



2026.08.19

광광(光鑛): 반도체, 광통신 광물

실리콘이 하지 못하는 일

상상인증권 리서치센터

기업분석팀 김진범 | 철강·비철·건설 02-3779-3516, jb.kim@sangsanginib.com

CONTENTS

00	Executive Summary	3
01	Tech & Raw Materials	6
02	Raw Materials War	23
03	Strategic Assets	38
04	기업분석	55

광광(光鑛): 반도체, 광통신 광물

- **AI 인프라 투자는 사상 최대, 그 물리적 기반은 서사의 사각지대**
 - 상위 하이퍼스케일러의 연간 CAPEX가 7,000억 달러를 넘어서는 가운데, 이 투자가 실물로 전환되는 지점에는 예외 없이 희소금속이 존재함. 실리콘이 물리적으로 하지 못하는 일 - 통신 파장의 발광(In)과 수광(Ge), 고전압 스위칭(Ga), 고충형비 충전(W)과 미세배선(Mo) - 마다 특정 원소가 대체 불가능한 기능을 수행. 투입량은 미미하나 기능은 유일하며, 이 대체 불가능성이 곧 공급 통제 지렛대가 됨
- **업스트림은 수익의 원천이 아니라 가동 조건, 밸류체인의 취약성은 업스트림에 존재**
 - 1998년 수출쿼터에서 출발해 WTO 2연패 이후 허가제·산업통합·수출통제법으로 수단을 정교화했으며, 과거와의 결정적 차이는 강도가 아닌 정밀도. 최근 미국의 기술 축적 차단(Stock)과 유예에도 허가제 본체는 한 번도 해제된 적이 없다는 점은 지속 경계할 필요 있음. 중국의 원소재 흐름 통제(Flow)가 상호 인질 구조를 형성한 가운데 양측 수단은 서로의 성격으로 교차 중
- **시장이 실패한 자리에 국가가 개입**
 - TC 붕괴로 제련의 가공 마진은 소멸했고 부산물 회수 투자는 IRR 문턱에 막혀 있음. 주요국은 제련소를 국가 전략 인프라로 재분류하며 지분·오프테이크·양허성 금융으로 개입. 희토류와 달리 부산물은 가격 하한 대신 설비·물량 지원이 유효하며, 기존 제련소 기반 투자는 2~4년 내 공급이 가시화되어 정책의 회임 기간이 짧음. 포인트는 세 가지. ① 원산지 프리미엄의 제도화 ② 제련 자산의 유틸리티화 ③ 정책 자본을 유치할 자격(세계적 제련·회수 캐파)을 갖춘 기업의 재평가. 한국은 그 자격을 갖추고도 정책 수단이 비어 있는 시장. 고려아연의 미국 프로젝트는 그 공백을 민간이 먼저 메운 사례

00 Executive Summary

AI 반도체를 만드는 6가지 희소금속 요약



자료: 상상인증권

美 기술통제·中 핵심광물 통제 대응 시차

미국 기술 통제	대응 시차	중국 핵심광물 통제
2019.5-2020.5 화웨이 엔티티리스트 등재 후 FDPR 적용 의의 상산제품까지 통제 범위 확대	직접 대응 없음	2020.1 수출통제법 제정 핵심광물·기술 통제와 법적 기반 마련
2022.10 첨단 로직·메모리 반도체와 제조장비를 상향 기준으로 포괄 통제	9개월	2023.7 갈륨·게르마늄 수출 허가제 도입
2023.10 성능 기준 강화 A800·H800 등 무위 설계 제품까지 차단	확각 대응	2023.10~12 특연 수출 허가제 도입 최초로 가공기술 수출 금지
2024.12.2 HBM·반도체 장비 통제 확대 중국 기업에 대한 역외통제 강화	1달	2024.12.3 갈륨·게르마늄·인듐·모리브덴·탄탈럼 대미 수출을 원칙적으로 금지
2025.2.1 중국산 제품에 10% 추가 관세 발표	3달	2025.2.4 텅스텐·인듐·몰리브덴·비스무트 물리·화학·광물·광물·광물 수출 허가제 적용
2025.4 중국산 제품에 상향관세 부과	확각 대응	2025.4.4 중화학류 7종 수출 허가제 적용 글로벌 완성차 생산 차질 발생
2025.9.29 동계기업이 자본 50% 이상 보유한 계열사까지 제재 범위 자동 확대	10달	2025.10.9 중국산 원료 0.1% 포함 역외 제품과 관련 장비·기술 인력까지 통제
2025.11 미·중 정상 합의에 따라 계열사 확장 규칙을 1년간 유예	상호 유예	2025.11 일부 수출통제 조치 유예 대미 군사용도 금지는 유지
2026.1 반도체 232조 관세·핵심광물 합성 합성 H200급 반도체는 전면 상사로 관세	비대칭적 강화	2026.1~3 통제 품목·대입 규제 확대 공급망 안전관리 제도 도입
2026.11.9 계열사 확장 규칙의 1년 유예 종료 예정	같은 달 만료	2026.11.27 대미 수출통제 일부 유예 종료 역외통제 체계 예정

자료: 상상인증권

1. Tech & Raw Materials

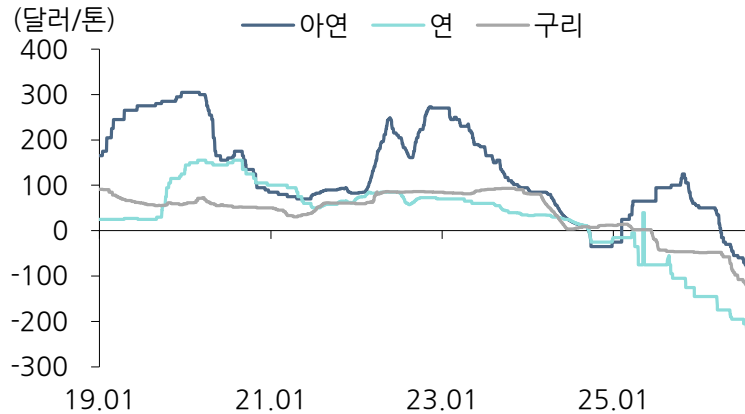
- AI 인프라의 3대 병목(전력·광통신·컴퓨터)에서 실리콘의 물리적 한계가 드러나며, 그 지점마다 Ga·Ge·In이 대체 불가능한 기능을 담당
- 희소금속 글로벌 생산량은 주요 비철 대비 극소량(Ge 연 145톤)이나, 고속·고주파·전력 제어와 공정 미세화 등 차세대 반도체의 기술 고도화를 좌우

2. Raw Materials War

- 중국 통제의 결정적 차이는 강도가 아닌 정밀도. 쿼터(무차별)에서 건별 허가·최종용도 심사·0.1% 역외통제(선별)로 진화했으며, 미국 조치에 대한 대응 시차는 단축됨
- 미국은 Stock형(기술 축적 차단), 중국은 Flow형(물자 흐름 통제)으로 출발했으나 양측 수단이 서로의 성격으로 교차
- 유예는 정상화가 아님. 中 전략 광물 수출 허가제와 대미 군사용도 금지는 존속하며, 양측 유예는 2026년 11월 만료

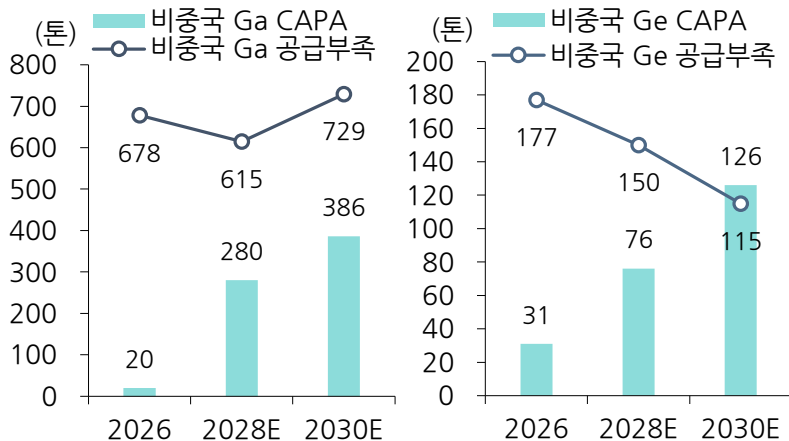
00 Executive Summary

중국 아연·연·구리 Spot TC



자료: Bloomberg, 상상인증권

비중국 갈륨 게르마늄 생산능력 및 공급부족 규모



자료: S&P Global, 상상인증권

3. Strategic Assets

- 제련 수수료 기반의 수익성은 이미 상당 부분 악화됨. 마진 소멸은 부산물 회수 투자의 중단으로 직결되며, 이 구간은 시장 논리로 복구되지 않음
- 주요국이 제련소를 전략 인프라로 재분류. 형태는 지분·오프테이크·양허성 금융으로, 단위는 기업에서 시설로 구체화
- 희토류의 가격 하한제와 달리 부산물은 설비·오프테이크 지원 유효. 제련소 기반 투자는 2~4년 내 초도 공급 가시화

4. 기업분석

- 고려아연 투자 의견 BUY, 목표주가 1,530,000원 제시. 별도 26.5조원, Project Crucible 7.6조원 사업가치 반영
- 고려아연과 Teck의 희소금속 투자 사례는 서방의 핵심광물 공급망 재편이 단순한 자원 확보를 넘어 기존 비철 제련 인프라를 활용한 분리·정제 역량 내재화로 확장됨을 시사
- 한편 비중국 Ge·Ga 정제 CAPA 확대로 전략광물 공급망 재편 수혜 기대 가능할 전망

광광(光鑛): 반도체, 광통신 광물

PART 01

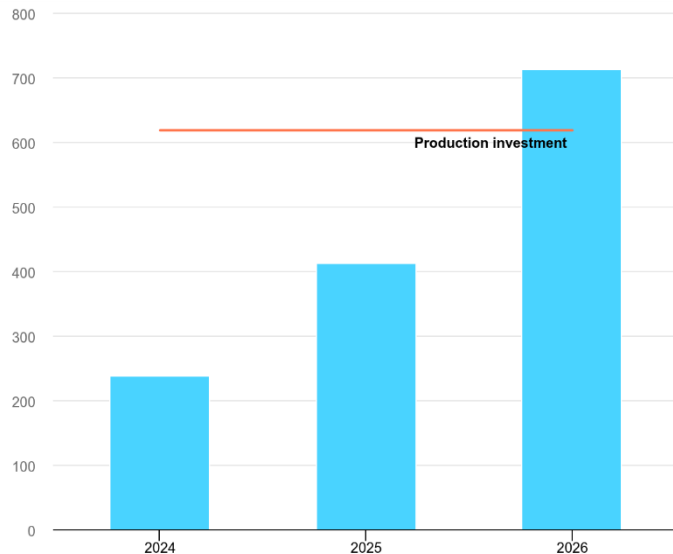
Tech & Raw Materials

- 반도체·AI 인프라 희소금속

AI 시대: 사상 최대의 자본 사이클

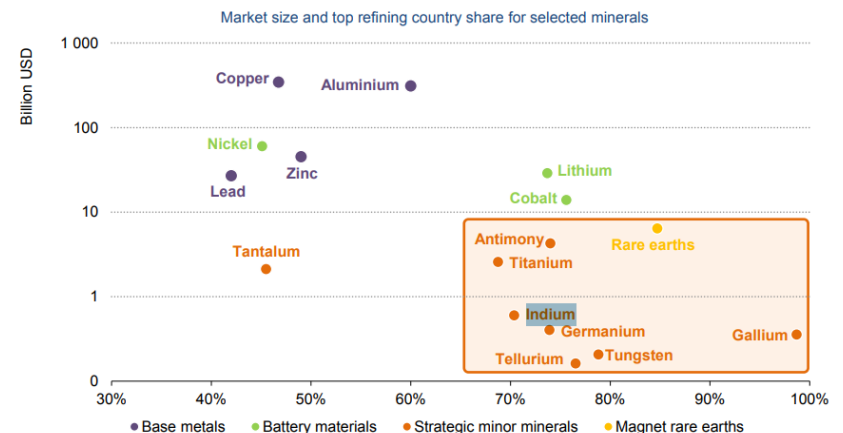
- 2026년 글로벌 AI 투자는 1조달러를 기록할 전망. 5대 하이퍼스케일러의 CAPEX도 약 7,000억달러 내외로 확대되며 GPU·서버·데이터센터·전력설비를 중심으로 전례 없는 실물 투자 사이클이 전개
- Ga·Ge·In 등 희소금속은 최종제품 원가 비중과 기업의 이익 민감도가 낮고, 가격 투명성과 순수 투자수단도 제한적
- 다만 이들은 대부분 알루미늄·아연·비철 제련 과정에서 부산물로 회수돼 자체 가격 상승만으로 생산을 빠르게 늘리기 어려움. 공급은 기존 제련소의 가동률·원료구성·회수설비에 좌우, 부족 시 비용 상승보다 납기 지연과 생산 병목으로 전이

하이퍼스케일러의 자본 지출



자료: IEA Key Questions on Energy and AI

희소금속 특징: 작은 시장, 공급 편중, 막대한 경제적 파급효과



자료: IEA GCMO 2026

희소금속의 조건: 절대 물량, 추출 경제성, 수요 잠재력

- 희소금속은 지각 내 존재량 자체가 적고, 경제성 있는 추출이 어려운 금속 자원 중 산업적 수요가 있고 향후 수요 성장이 기대되는 원소를 의미함. 대부분 극소수 국가에 매장과 생산이 편재되어 있어 공급 리스크가 상존
- 분류는 국가별로 상이함. 한국은 기술 혁신에 수반되는 신규 수요가 예측되는 것으로 56개(35종)의 금속 원소를 정의
- 대체제 확보가 어렵고 정제 고순도화 기술의 진입장벽이 높아, 자원 보유 · 가공 기술 · 공급망 확보가 중요

표준주기율표

1

H

hydrogen

1.008

(1.00784, 1.00811)

2

He

helium

4.0026

4.002602

3

Li

lithium

6.94

(6.938, 6.941)

4

Be

beryllium

9.0122

9.012182

11

Na

sodium

22.990

(22.989, 22.991)

12

Mg

magnesium

24.305

(24.304, 24.307)

19

K

potassium

39.098

39.0983

20

Ca

calcium

40.078

40.078(4)

21

Sc

scandium

44.956

44.955912

22

Ti

titanium

47.867

47.8671

23

V

vanadium

50.942

50.9415

24

Cr

chromium

51.996

51.9961

25

Mn

manganese

54.938

54.938045

26

Fe

iron

55.845

55.845(2)

27

Co

cobalt

58.933

58.933195

28

Ni

nickel

58.693

58.6934(4)

29

Cu

copper

63.546

63.546(3)

30

Zn

zinc

65.382

65.38(2)

31

Ga

gallium

69.723

69.7231

32

Ge

germanium

72.630

72.630(8)

33

As

arsenic

74.922

74.9216

34

Se

selenium

78.971

78.971(8)

35

Br

bromine

79.904

(79.903, 79.905)

36

Kr

krypton

83.798

83.798(2)

37

Rb

rubidium

85.468

85.4678

38

Sr

strontium

87.62

87.62

39

Y

yttrium

88.906

88.90584

40

Zr

zirconium

91.224

91.224(2)

41

Nb

niobium

92.906

92.90637

42

Mo

molybdenum

95.95

95.95(2)

43

Tc

technetium

98.906

98.9062

44

Ru

ruthenium

101.07

101.07(2)

45

Rh

rhodium

101.07

101.07(2)

46

Pd

palladium

106.42

106.42

47

Ag

silver

107.87

107.8682

48

Cd

cadmium

112.41

112.411

49

In

indium

114.82

114.818

50

Sn

tin

118.71

118.710

51

Sb

antimony

121.76

121.757

52

Te

tellurium

127.603

127.603(2)

53

I

iodine

126.905

126.90547

54

Xe

xenon

131.29

131.29(6)

55

Cs

cesium

132.91

132.90545196

56

Ba

barium

137.33

137.327

57-71

La-Lu

lanthanoids

138.91

138.90547

72

Hf

hafnium

178.49

178.49(2)

73

Ta

tantalum

180.95

180.94788

74

W

tungsten

183.84

183.84

75

Re

rhenium

186.21

186.207

76

Os

osmium

190.23

190.23(4)

77

Ir

iridium

192.22

192.222

78

Pt

platinum

195.08

195.083

79

Au

gold

196.97

196.966569

80

Hg

mercury

200.59

200.59(7)

81

Tl

thallium

204.38

(204.378, 204.39)

82

Pb

lead

207.2

207.2

83

Bi

bismuth

208.98

208.9804

84

Po

polonium

209

209

85

At

astatine

210

210

86

Rn

radon

222

222

87

Fr

francium

223

223

88

Ra

radium

226

226

89-103

actinoids

227.03

227.03372

104

Rf

rutherfordium

261

261

105

Db

dubnium

262

262

106

Sg

seaborgium

266

266

107

Bh

bohrium

264

264

108

Hs

hassium

277

277

109

Mt

meitnerium

268

268

110

Ds

darmstadtium

271

271

111

Rg

roentgenium

272

272

112

Cn

copernicium

285

285

113

Nh

nihonium

284

284

114

Fl

flerovium

289

289

115

Mc

moscovium

288

288

116

Lv

livermorium

293

293

117

Ts

tennessine

289

289

118

Og

oganesson

294

294

57

La

lanthanum

138.91

138.90547

58

Ce

cerium

140.12

140.117

59

Pr

praseodymium

140.91

140.90768

60

Nd

neodymium

144.24

144.242

61

Pm

promethium

144.91

144.91288

62

Sm

samarium

150.36

150.36(2)

63

Eu

euprium

151.96

151.964

64

Gd

gadolinium

157.25

157.25(3)

65

Tb

terbium

158.93

158.93(4)

66

Dy

dysprosium

162.50

162.50052

67

Ho

holmium

164.93

164.93032

68

Er

erbium

167.26

167.259

69

Tm

thulium

168.93

168.93472

70

Yb

ytterbium

173.05

173.05468

71

Lu

lutetium

174.967

174.96708

89

Ac

actinium

227.03

227.03372

90

Th

thorium

232.04

232.0377

91

Pa

protactinium

231.04

231.03689

92

U

uranium

238.03

238.02891

93

Np

neptunium

237.05

237.04817

94

Pu

plutonium

244.06

244.0643

95

Am

americium

243.06

243.06136

96

Cm

curium

247.07

247.07036

97

Bk

berkelium

247.07

247.07036

98

Cf

californium

251.08

251.0834

99

Es

einsteinium

252.08

252.0834

100

Fm

fermium

257.10

257.1034

101

Md

mendelevium

258.10

258.1034

102

No

nobelium

259.10

259.1034

103

Lr

lawrencium

262.10

262.1034

1

H

hydrogen

1.008

(1.00784, 1.00811)

2

He

helium

4.0026

4.002602

3

Li

lithium

6.94

(6.938, 6.941)

4

Be

beryllium

9.0122

9.012182

11

Na

sodium

22.990

(22.989, 22.991)

12

Mg

magnesium

24.305

(24.304, 24.307)

19

K

potassium

39.098

39.0983

20

Ca

calcium

40.078

40.078(4)

21

Sc

scandium

44.956

44.955912

22

Ti

titanium

47.867

47.8671

23

V

vanadium

50.942

50.9415

24

Cr

chromium

51.996

51.9961

25

Mn

manganese

54.938

54.938045

26

Fe

iron

55.845

55.845(2)

27

Co

cobalt

58.933

58.933195

28

Ni

nickel

58.693

58.6934(4)

29

Cu

copper

63.546

63.546(3)

30

Zn

zinc

65.382

65.38(2)

31

Ga

gallium

69.723

69.7231

32

Ge

germanium

72.630

72.630(8)

33

As

arsenic

74.922

74.9216

34

Se

selenium

78.971

78.971(8)

35

Br

bromine

79.904

(79.903, 79.905)

36

Kr

krypton

83.798

83.798(2)

37

Rb

rubidium

85.468

85.4678

38

Sr

strontium

87.62

87.62

39

Y

yttrium

88.906

88.90584

40

Zr

zirconium

91.224

91.224(2)

41

Nb

niobium

92.906

92.90637

42

Mo

molybdenum

95.95

95.95(2)

43

Tc

technetium

98.906

98.9062

44

Ru

ruthenium

101.07

101.07(2)

45

Rh

rhodium

101.07

101.07(2)

46

Pd

palladium

106.42

106.42

47

Ag

silver

107.87

107.8682

48

Cd

cadmium

112.41

112.411

49

In

indium

114.82

114.818

50

Sn

tin

118.71

118.710

51

Sb

antimony

121.76

121.757

52

Te

tellurium

127.603

127.603(2)

53

I

iodine

126.905

126.90547

54

Xe

xenon

131.29

131.29(6)

55

Cs

cesium

132.91

132.90545196

56

Ba

barium

137.33

137.327

57-71

La-Lu

lanthanoids

138.91

138.90547

72

Hf

hafnium

178.49

178.49(2)

73

Ta

tantalum

180.95

180.94788

74

W

tungsten

183.84

183.84

75

Re

rhenium

186.21

186.207

76

Os

osmium

190.23

190.23(4)

77

Ir

iridium

192.22

192.222

78

Pt

platinum

195.08

195.083

79

Au

gold

196.97

196.966569

80

Hg

mercury

200.59

200.59(7)

81

Tl

thallium

204.38

(204.378, 204.39)

82

Pb

lead

207.2

207.2

83

Bi

bismuth

208.98

208.9804

84

Po

polonium

209

209

85

At

astatine

210

210

86

Rn

radon

222

222

87

Fr

francium

223

223

88

Ra

radium

226

226

89-103

actinoids

227.03

227.03372

104

Rf

rutherfordium

261

261

105

Db

dubnium

262

262

106

Sg

seaborgium

266

266

107

Bh

bohrium

264

264

108

Hs

hassium

277

277

109

Mt

meitnerium

268

268

110

Ds

darmstadtium

271

271

111

Rg

roentgenium

272

272

112

Cn

copernicium

285

285

113

Nh

nihonium

284

284

114

Fl

flerovium

289

289

115

Mc

moscovium

288

288

116

Lv

livermorium

293

293

117

Ts

tennessine

289

289

118

Og

oganesson

294

294

57

La

lanthanum

138.91

138.90547

58

Ce

cerium

140.12

140.117

59

Pr

praseodymium

140.91

140.90768

60

Nd

neodymium

144.24

144.242

61

Pm

promethium

144.91

144.91288

62

Sm

samarium

150.36

150.36(2)

63

Eu

euprium

151.96

151.964

64

Gd

gadolinium

157.25

157.25(3)

65

Tb

terbium

158.93

158.93(4)

66

Dy

dysprosium

162.50

162.50052

67

Ho

holmium

164.93

164.93032

68

Er

erbium

167.26

167.259

69

Tm

thulium

168.93

168.93472

70

Yb

ytterbium

173.05

173.05468

71

Lu

lutetium

174.967

174.96708

89

Ac

actinium

227.03

227.03372

90

Th

thorium

232.04

232.0377

91

Pa

protactinium

231.04

231.03689

92

U

uranium

238.03

238.02891

93

Np

neptunium

237.05

237.04817

94

Pu

plutonium

244.06

244.0643

95

Am

americium

243.06

243.06136

96

Cm

curium

247.07

247.07036

97

Bk

berkelium

247.07

247.07036

98

Cf

californium

251.08

251.0834

99

Es

einsteinium

252.08

252.0834

100

Fm

fermium

257.10

257.1034

101

Md

mendelevium

258.10

258.1034

102

No

nobelium

259.10

259.1034

103

Lr

lawrencium

262.10

262.1034

© 2016 IUPAC (version dated December 19, 2016)

자료: 대한화학회

희소금속 종류 및 특징

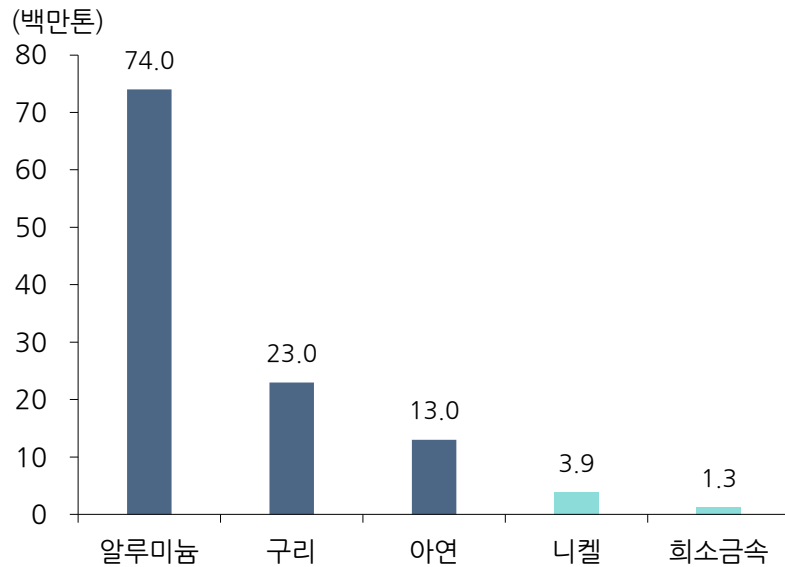
종류	원소	특징
알칼리(1족) 알칼리토 금속(2족)	Li, Mg, Cs, Be, Sr, Ba	* 반응성이 높고 가벼우며, 전기·경량합금·세라믹·전자소재 등에 활용
반금속 원소 (13~15족)	Ge, P, As, Sb, Bi, Se, Te, Sn, Si	* 금속과 비금속의 중간적 성질을 가지며, 반도체·태양전지·열전소재의 핵심 원료로 활용
철족 원소 (8~9족)	Fe, Co, Ni	* 내열성·내식성·자성이 우수하며, 이차전지 양극재와 특수합금의 핵심 원료로 활용
보론족 원소 (13족)	B, Al, Ga, In, Tl, Cd	* 전기·광학적 특성이 우수해 반도체·디스플레이·태양전지·고기능 합금 등에 활용
고용점 금속 (4~7족)	Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Re	* 녹는 점이 높고 고온 강도와 내마모성이 우수해 항공우주·방산·원자력·특수강 등에 활용
희토류 (란타넘족)	Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	* 자성·발광·촉매 특성이 뛰어나 영구자석·전기차·풍력발전·디스플레이·첨단 장비 등에 활용
백금족 원소 (8~10족)	Ru, Rh, Os, Pd, Ir, Pt	* 내열성·내식성과 촉매 성능 좋음. 자동차 배기가스 저감장치·수소산업·전자부품 등에 활용

자료: 국가희소금속센터, 상상인증권

타 원소 대비 희소하지만, 주요 사용처는 고부가 첨단소재

- USGS에 따르면 글로벌 희소금속(니켈 제외) 생산량은 129만톤으로 주요 비철금속 대비 생산량이 매우 적음. 다른 금속의 부산물로 생산되는 경우가 많아 단기간 내 공급 확대가 어려움
- 희소금속은 종류에 따라 화합물 반도체의 기판·소자, 미세 배선·전극, 상변화 메모리·열전소재까지 반도체의 성능과 기능을 구현하는 핵심 소재로 활용
- 투입량은 적지만 고속·고주파·전력 제어와 공정 미세화 등 차세대 반도체의 기술 고도화를 좌우

비철금속 및 희소금속 글로벌 생산량 (2025년 기준)



자료: USGS Mineral Commodity Summaries, 상상인증권
주석: 희소금속은 희토류, 리튬, 몰리브덴, 안티모니, 바나듐, 텅스텐 외 8개 원소 포함 환산

반도체 소재별 희소금속 사용처 및 특징

구분	소재	형태·화합물	주요 적용 분야
화합물·차세대 반도체 원소	갈륨(Ga)	GaAs, GaN, Ga ₂ O ₃	RF·고주파 반도체, 전력반도체, LED·레이저
	인듐(In)	InP, InGaAs, InSb	광통신, 고속통신, 적외선 센서
	게르마늄(Ge)	고순도 Ge, SiGe, Ge-on-Si	고속 로직, 광검출기, 실리콘 포토닉스
	안티모니(Sb)	GaSb, InSb, Sb 도펀트	적외선 센서, 고속·저전력 소자, n형 도핑
공정·배선 금속	텅스텐(W)	W 박막, WF ₆ 전구체	콘택트·비아·게이트 및 3D NAND 배선
	몰리브덴(Mo)	Mo 박막, Mo 전구체	차세대 미세배선·전극, EUV 광학계 박막
	탄탈럼(Ta)	Ta, TaN, Ta ₂ O ₅	Cu 확산방지막, 전극·커패시터 및 스퍼터링 타겟
기능성 소재	텔루륨(Te)	Ge-Sb-Te(GST), CdTe, Bi ₂ Te ₃	상변화 메모리, 센서·광소자, 열전소재
	비스무트(Bi)	Bi ₂ Te ₃ , Bi-Sb계 소재	반도체 장비 열관리, 적외선·열전 센서

자료: 상상인증권

① AI 인프라의 ‘전력’과 ‘광통신’을 책임지는 갈륨

- 갈륨(Ga, 13족 31번)은 질소(N), 비소(As), 인(P)과 결합한 화합물 반도체(III-V족)의 원료임
- 질화갈륨(GaN)은 AI와 밀접하게 연관됨. 해당 소재의 밴드갭은 약 3.4eV, 임계 전계는 3.3MV/cm로 실리콘(1.1eV, 0.3MV/cm) 대비 각각 약 3배, 10배 수준
- 얇은 소자로 동일한 저항을 견딜 수 있어 온저항이 낮고, 전자 포화속도가 높아 MHz급 고주파 스위칭 가능. 스위칭 주파수가 상승하면 인덕터, 커패시터 같은 수동 소자가 작아져 전원장치의 부피 및 손실이 동시에 감소

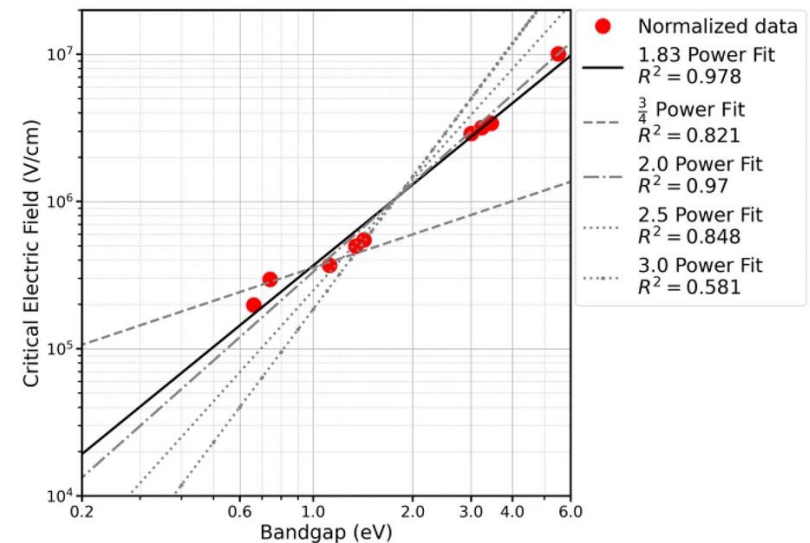
주요 반도체 소재별 물성 및 성능 비교

Table 1. Relevant physical and electronic properties of gallium nitride (GaN) compared with silicon (Si) and silicon carbide (4H-SiC). The figures of merit (FOM) for power and high frequency electronics, normalized with respect to Si, are also reported. The table was compiled taking the data from Studies [7,8] and the references therein.

Property	Si	4H-SiC	GaN
Bandgap (eV) 밴드갭	1.12	3.2	3.4
Critical field E_{cr} (MV/cm) 임계 전계	0.25	3	4
Dielectric constant ϵ	11.8	9.7	9.5
Saturation velocity v_s (10^7 cm/s) 포화속도	1	2	3
Electron mobility μ (cm^2/Vs)	1350	800	1300* (* 2DEG)
Intrinsic carrier concentration n_i (cm^{-3}) at 300 K	10^{10}	10^{-7}	10^{-10}
Thermal conductivity k (W/cmK) 열전도율	1.5	4.9	1.3
Figure of merit (FOM)	—	—	—
JFOM ($v_s E_{cr}^2 / (\epsilon \mu E_{cr}^3) \text{Si}$)	1	576	2304
BFOM ($(\epsilon \mu E_{cr}^3) / (\epsilon \mu E_{cr}^3) \text{Si}$)	1	842	3175
BHFOM ($(\mu E_{cr}^2) / (\mu E_{cr}^2) \text{Si}$)	1	85	246

자료: An Overview of Normally-Off GaN-Based High Electron Mobility Transistors (2019)

반도체 밴드갭에 따른 임계 전기장의 의존성



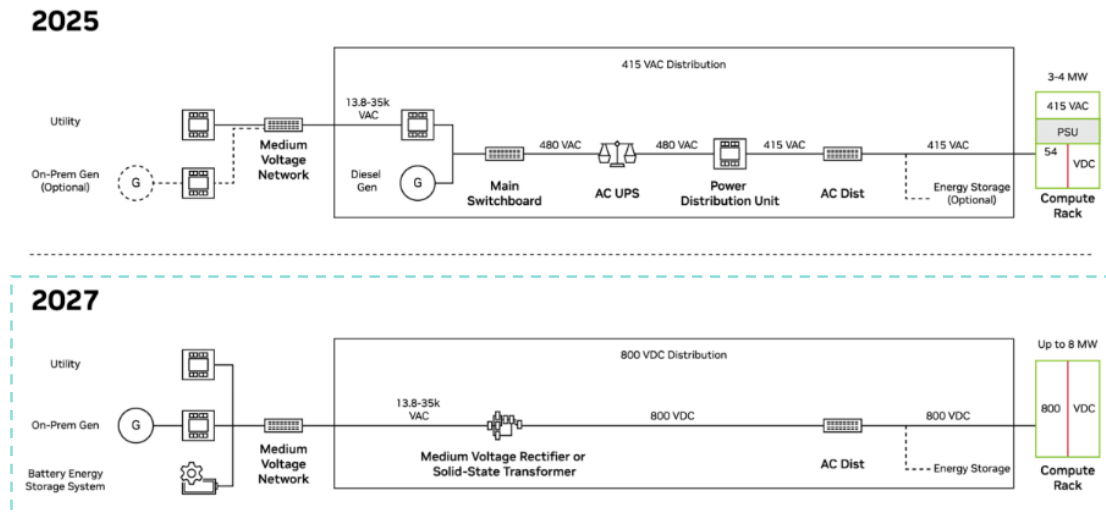
자료: Slobodyan et al., Journal of Materials Research (2022)

질화갈륨, AI 연산 확대에 따라 전력 아키텍처 전환 촉발

- 기존 데이터센터는 외부 고압 AC를 수백 V로 낮춰, 랙 내부에서 54V DC ▶ 12V ▶ 1V 미만으로 반복 변환. 변환 단계마다 전력 손실과 발열이 발생, 낮은 전압으로 대용량 전력을 공급할수록 전류와 구리 배선의 부피가 급증
- NVIDIA는 고압 AC를 중앙에서 800 DC로 변환해 랙까지 직접 공급하는 GaN 기반의 아키텍처 추진 중.
- Infineon은 Si·SiC·GaN을 조합해 전력망에서 GPU 코어까지 이어지는 전력변환 체인을 구축, GaN 기반 고주파 스위칭을 통해 컨버터 소형화를 추진 중

NVIDIA 데이터센터 로드맵: 800V DC와 GaN 전력반도체는 차세대 AI 팩토리의 핵심 설계 기준으로 부상

Architecting AI Infrastructure for Next-Gen AI Factories



+ 높은 전압과 온도를 견디면서 GHz 대역에서 큰 출력을 낼 수 있어 5G 기지국 전력증폭기(PA)에 활용되기도 함.

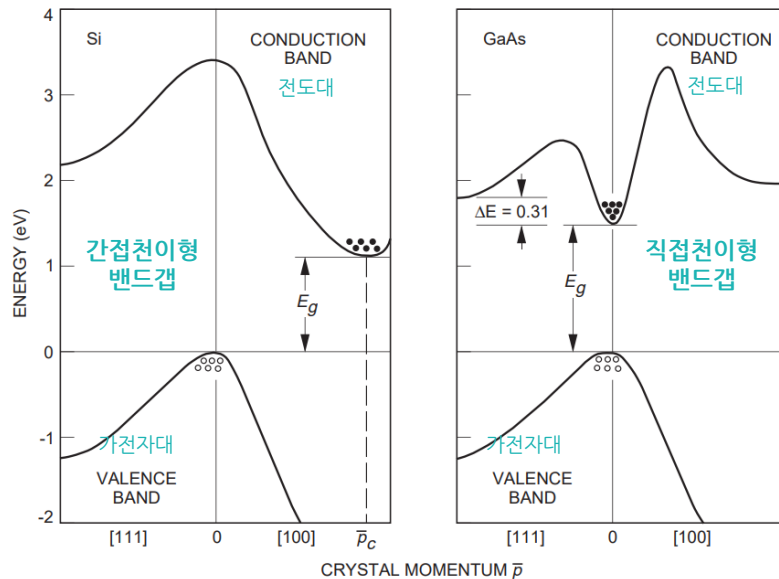
+ 특히 다수의 안테나가 동시에 신호를 송출하는 Massive MIMO 기지국과 군용 AESA 레이더·전자전 장비에서 GaN-on-SiC 기반 RF 소자의 중요성 높음

자료: NVIDIA

빠른 전자 이동과 빛 방출에 특화된 갈륨비소

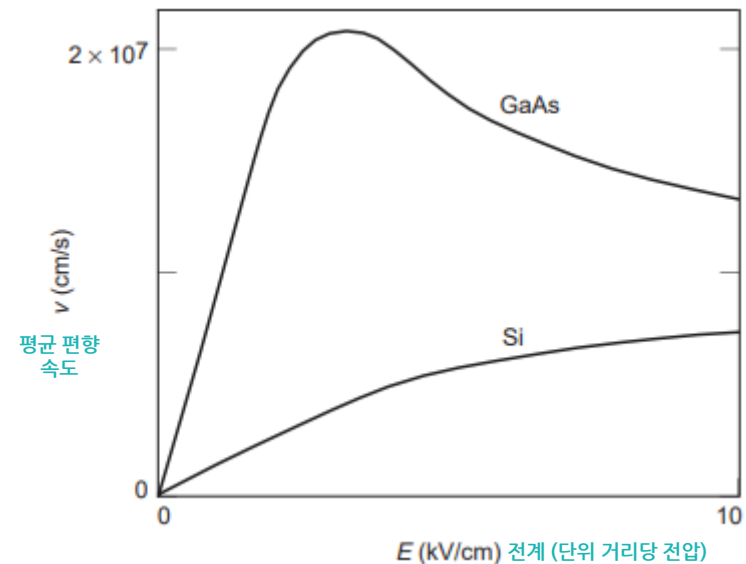
- 갈륨비소(GaAs) 역시 갈륨(Ga)과 비소(As)를 1:1로 결합한 III-V족 화합물 반도체의 한 종류
- 해당 소재는 직접천이형 밴드갭으로, 1.42eV의 전자 에너지를 빛으로 직접 방출 가능. 전자 이동도는 최대 8,500cm²/V·s로 실리콘(1,400cm²/V·s) 대비 6배 수준. 따라서 고주파 신호 증폭과 레이저·광검출 소자 제작에 유리
- 다만 작은 웨이퍼, 낮은 열전도성, 높은 공정비용으로 CPU·메모리 등 범용 반도체에는 부적합함

실리콘(Si) 및 갈륨비소(GaAs) 에너지 밴드 구조 비교



자료: NASA JPL, GaAs Material Properties

실리콘(Si) 및 갈륨비소(GaAs) 전자 이동속도 비교

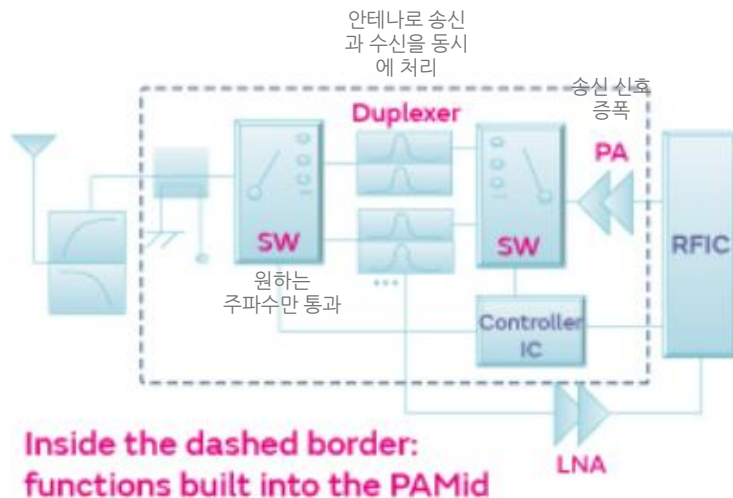


자료: NASA JPL, GaAs Material Properties,

GaAs, 스마트폰 RF와 AI 단거리 광통신 소재로 사용

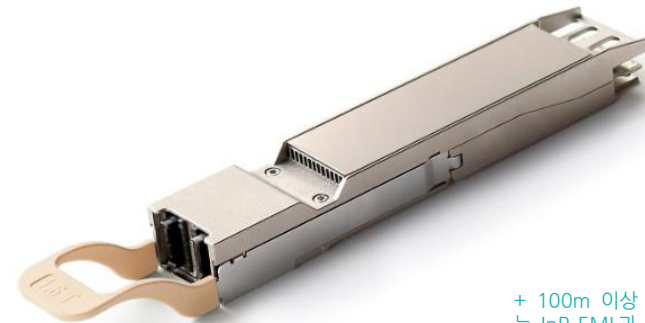
- 갈륨비소(GaAs)는 RF 반도체(빠른 전자 이동 특성), VCSEL 광원(직접천이형 밴드갭)으로 적용
- HBT는 스마트폰의 송신 신호를 증폭하는 전력증폭기(PA)에 활용. pHEMT는 안테나와 주파수 대역을 선택하는 RF 스위치와 저잡음증폭기(LNA)에 적용. 높은 이동도와 우수한 선형성을 바탕으로 GHz 대역 신호를 효율적으로 처리
- VCSEL은 주로 850nm 빛을 발생시키는 저비용·저전력 광원. 데이터센터 내부 약 100m 이내 멀티모드 광섬유와 AOC 연결에 적합. GPU와 스위치 사이의 단거리 데이터 전송량 증가에 따라 AI 네트워크 수요와 연결

RF 모듈 내부 구성도



자료: Murata

1.6T VCSEL 광모듈: Coherent, 200Gbps VCSEL 8개를 적용



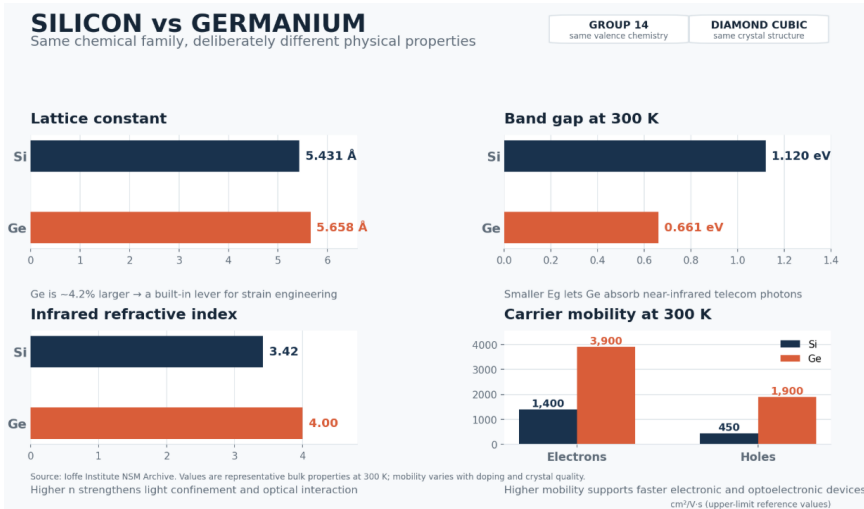
+ 100m 이상 중·장거리에서는 InP EML과 실리콘 포토닉스가 주로 사용되므로 GaAs 수혜는 단거리 영역에 집중

자료: Coherent

② 게르마늄, 실리콘의 한계를 넘어

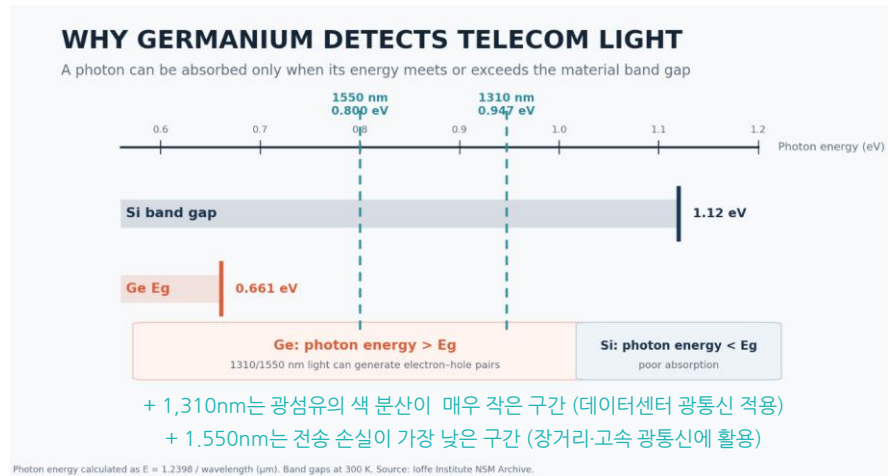
- 게르마늄(Ge, 14족 32번)은 실리콘과 같이 반도체 결정구조에 자연스럽게 결합할 수 있지만, 실리콘(Si)보다 원자 크기가 크고 밴드 갭이 작으며 굴절률과 전하 이동도가 높음 ▶ 광통신 · 반도체 · 고속 반도체 · 적외선 분야에 활용
- 실리콘 대비 격자상수가 높아 스트레인 엔지니어링(GeSi 등 활용) 가능하다는 장점. 밴드 갭이 상대적으로 낮다는 점은 근적외선 흡수에 유리하다는 특징으로 발현. 높은 굴절률은 광학적 상호작용에 특화됨
- 게르마늄의 밴드갭은 0.66eV로 실리콘(1.12eV) 대비 작음. 1,310nm, 1,550nm 파장을 모두 흡수 가능
(석영 광섬유에서 전송하기 유리해서 선택된 통신 표준 파장대)

실리콘 vs 게르마늄 물성 비교



자료: Ioffe Institute NSM Archive

밴드갭 및 통신 파장 비교

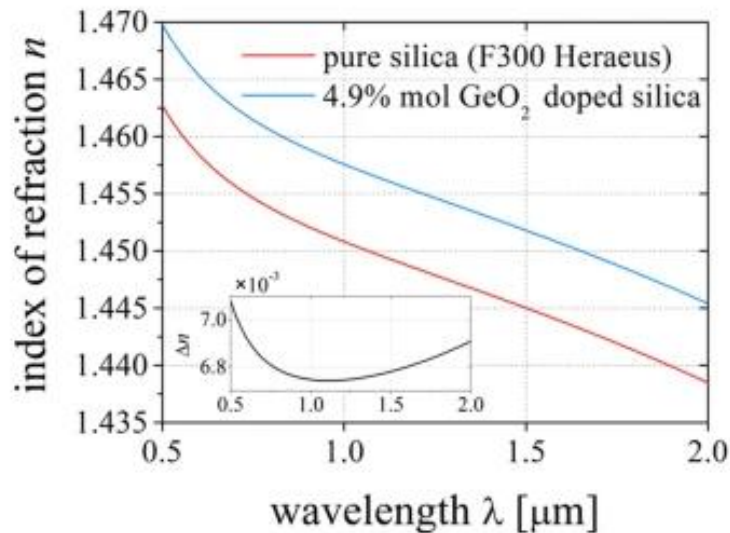


자료: Ioffe Institute NSM Archive

게르마늄 산화물, 광섬유 코어에 빛을 가두다.

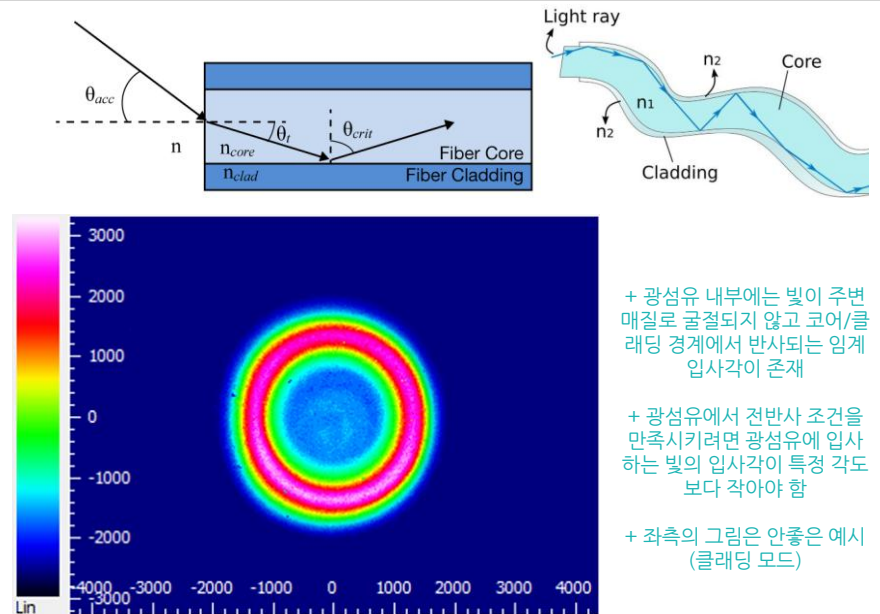
- 광섬유는 빛을 고체 또는 액체 구조 내에 가두고 유도하기 위해 전반사(TIR) 현상을 이용하는 광도파관이라는 부품
- 게르마늄 산화물(GeO_2)은 석영(SiO_2)에 첨가될 경우 굴절률이 높아짐. 광섬유 제조 과정에서 휘발성 높은 사염화게르마늄(GeCl_4)을 전구체로 투입. GeCl_4 은 산화되면서 GeO_2 가 형성되고, 이를 광섬유 코어에 도핑 ▶ 코어 굴절률이 클래딩 대비 높아지며, 전반사가 발생해 빛을 장거리로 전송할 수 있게 됨
- 도핑 농도를 조절해 코어의 굴절률과 빛의 구속력을 설계할 수 있어, 광섬유의 전송 거리와 손실 특성을 좌우

게르마늄 산화물(GeO_2) 도핑 석영 굴절률 향상



자료: Scientific Reports, Fused silica optical fibers with graded index nanostructured core

광섬유 내부 전반사 모식도

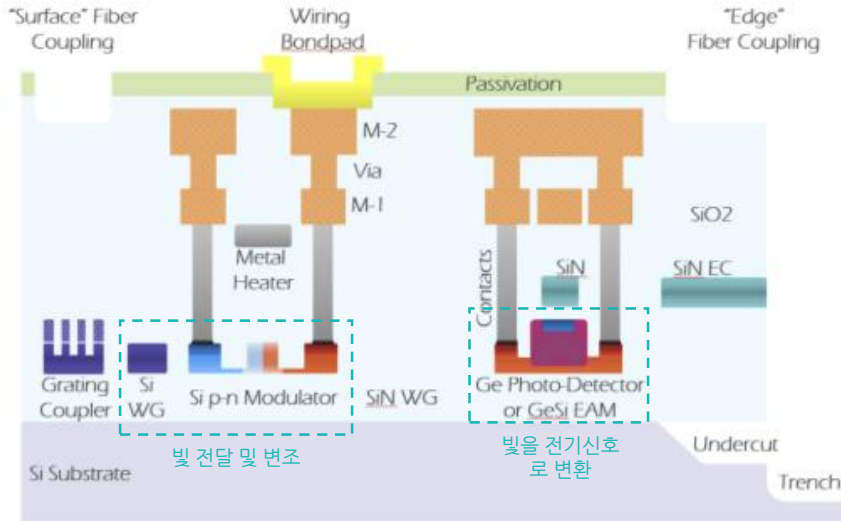


자료: THORLABS, Guiding Light in an Optical Fiber

낮은 밴드갭, 빛을 전기 신호로 전환

- 실리콘 포토닉스(Silicon Photonics)는 실리콘 반도체 칩 위에 빛을 전달·변조·검출하는 광통신 회로를 집적하는 기술
- AI 데이터센터는 GPU 연산 성능뿐 아니라 GPU·스위치·서버 사이에서 데이터를 얼마나 빠르게 이동시키는지가 병목. 전기신호는 전송 거리가 길어지고 속도가 높아질수록 손실과 전력소모가 커져, 광통신을 칩에 더 가깝게 배치
- 기본적으로 실리콘(Si)은 빛을 흡수하지 않기 때문에 도파로 소재로 채택. 다만 이로 인해 빛을 전기신호로 전달할 수 없다는 점에서 검출기 소재로는 부적합함 ▶ **실리콘 위에 밴드갭이 작은 게르마늄(Ge)을 성장시켜 포토 디텍터를 형성**

IMEC 실리콘 포토닉스 300mm 플랫폼 단면도



자료: PREVAIL

광통신 기술의 진화, 광학부가 연산칩에 가까워짐

구분	광학부 위치	전기신호 이동	기술 변화	Ge 적용
Pluggable Optical Transceiver	서버·스위치 전면부	상대적으로 김	400G·800G·1.6T 광모듈 상용화	광모듈 수신 PIC에 Ge 포토디텍터 적용
CPO	스위치 ASIC과 동일 패키지	짧아짐	전력소모·신호손실·지연시간 감소	ASIC 인접 Si PIC에 Ge 포토디텍터 집적
Optical I/O	GPU·CPU·AI 가속기 패키지 내부	최소화	칩 간 데이터를 멀티 Tbps급 광신호로 직접 전송	광입출력 칩렛의 수광부에 Ge 적용
기술 방향	광모듈 → 스위치 옆 → 연산칩 옆	지속 단축	전기 배선을 빛으로 대체	연산칩 인접부로 Ge 적용 영역 확대

* Intel은 현재 400G·800G·1.6T 플러거블 솔루션과 양방향 4Tbps Optical I/O 칩렛을 제시

* NVIDIA는 실리콘 포토닉스를 스위치 ASIC과 결합한 CPO를 Spectrum-X·Quantum-X에 적용

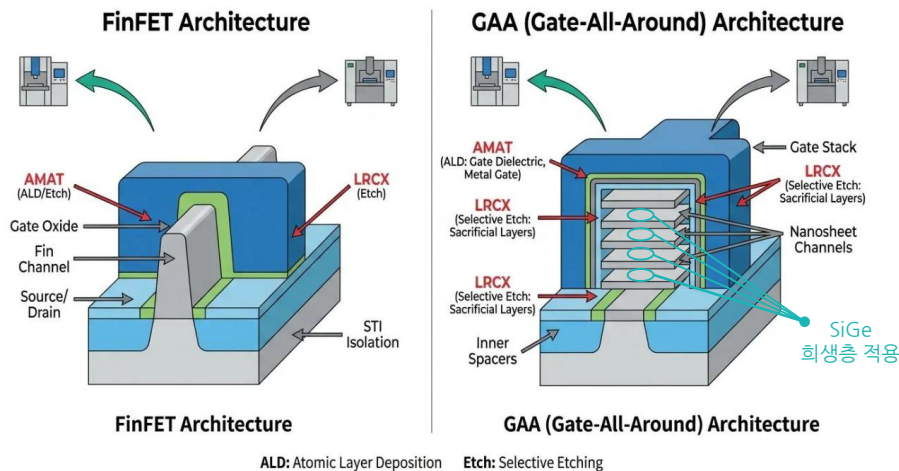
* TSMC도 전자 칩과 포토닉스 칩을 적용하는 COUPE 기술을 CPO 방향으로 개발

자료: 상상인증권

선택적 식각을 통해 GAA 나노 시트를 구현

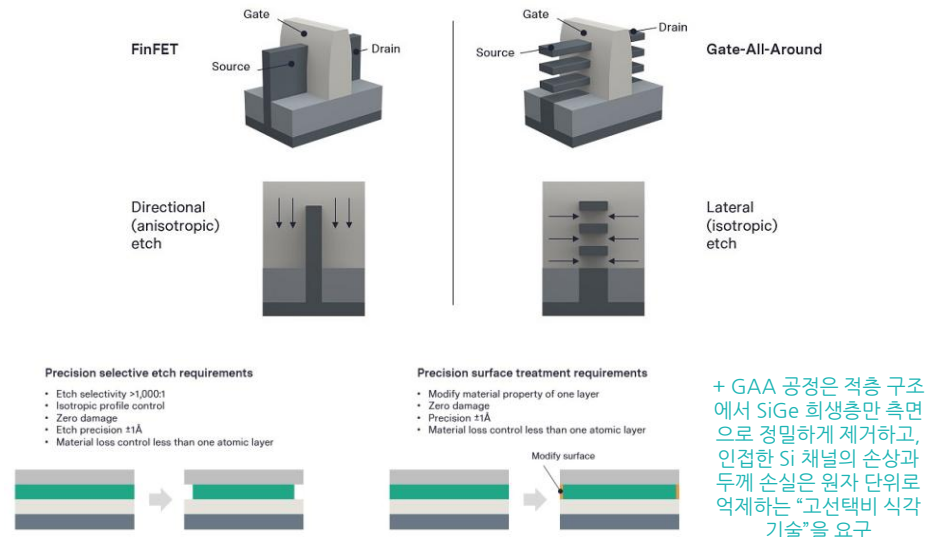
- GAA(Gate-All-Around)는 게이트가 채널 전체를 감싸는 트랜지스터 구조. 얇고 넓은 Si 채널을 여러 장 적층한 것이 GAA 나노시트임 ▶ FinFET보다 전류 통제력이 높아서 누설 전류와 전력소모를 절감, 첨단 로직의 미세화 지속 가능
- Si와 SiGe를 교대로 성장시킨 뒤 SiGe 희생층만 제거하고, 빈 공간에 High-k 절연막과 금속 게이트를 형성. 게르마늄은 실리콘과 같은 결정구조를 가지면서 식각 반응성이 달라 SiGe만 선택적으로 제거 가능 (Channel Release)
- GAA Architecture 적용 확대에 따라 고순도 게르마늄(Ge) 전구체의 공정 투입 기회는 증가할 것

FinFET vs GAA Architecture



자료: Tritonix

FinFET에서 GAA로 전환 ▶ 선택적 식각

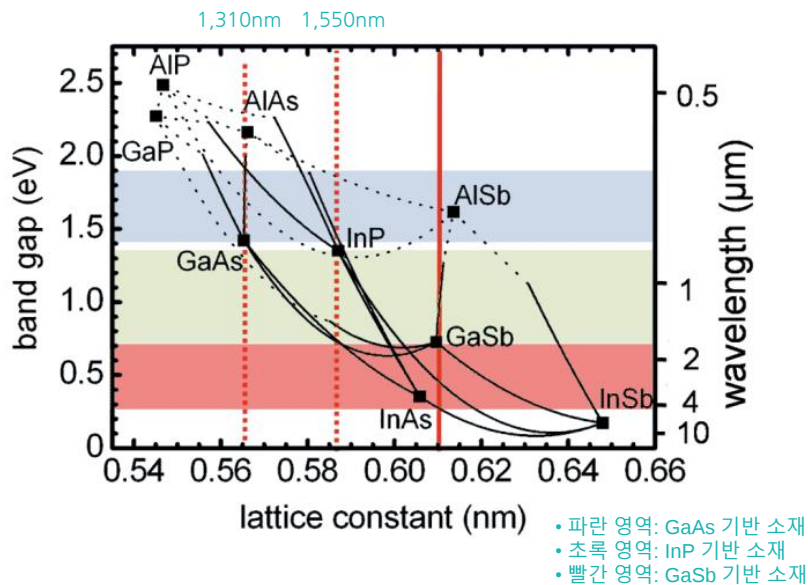


자료: Lam Research

③ 인듐, AI 네트워크의 대표적 병목

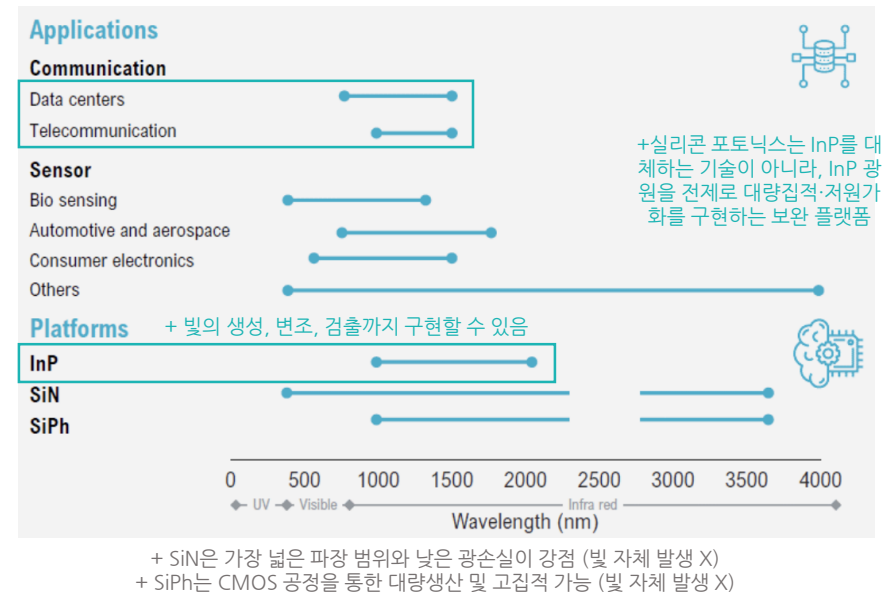
- 인듐(In, 13족 49번)은 은백색 금속 원소로, 주석·알루미늄처럼 금속이지만 매우 부드럽고, 녹는 점도 157°C로 낮은 편
- 유리나 금속에 잘 접착되며, 전기전도성·투명성으로 인해 스마트폰 터치 스크린과 평판 디스플레이의 핵심소재인 투명 전극(ITO)으로 널리 사용. 다만 중요한 것은 인듐 자체가 아닌, 인(P)·비소(As)·갈륨(Ga)과 결합해 만든 화합물 반도체
- 인듐(III족)은 인·비소(V족)를 결합하면 직접천이형 반도체가 되어 전자가 가진 에너지를 비교적 쉽게 빛으로 출력 가능
- 인듐계 화합물은 갈륨계 대비 대체로 밴드갭이 작음 ▶ 화합물 반도체의 밴드갭을 낮춰 긴 파장의 빛을 만들 수 있음

밴드갭 에너지 - 격자상수 - 발광파장 그래프



자료: Technical University of Munich, Walter Schottky Institute

세 가지 플랫폼 및 주요 응용 분야



자료: Roland Berger/PhotonDelta

InP 기반 밴드갭 설계가 광통신의 적용 영역을 결정

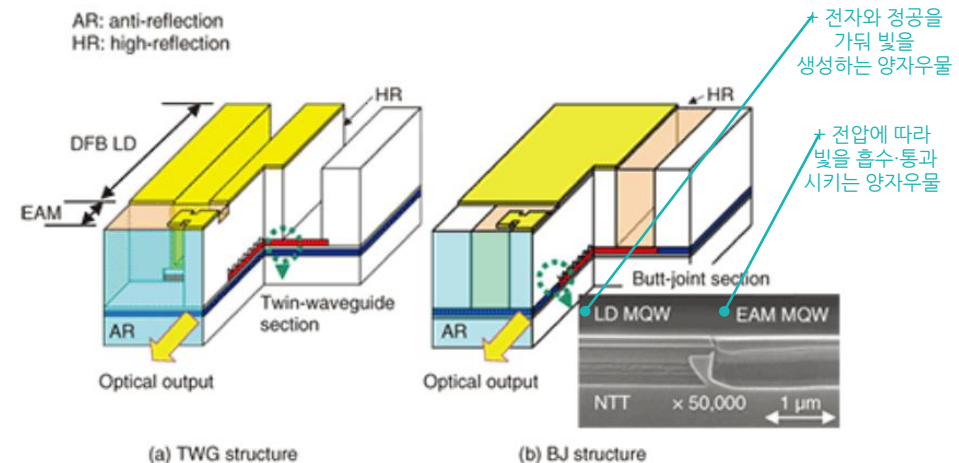
- 인듐인화물(InP) 자체의 밴드갭은 약 1.34eV로, 발광 한계는 약 920nm임. 실제 1,310·1,550nm 레이저는 InP가 직접 빛을 내는 것이 아니라, 기반 위에 성장시킨 InGaAsP-InAlGaAs 양자우물(MQW) 활성 층에서 빛을 생성
- In·Ga, As·P 조성을 조절하면 InP와의 격자 정합을 유지시키면서 활성층의 밴드갭을 약 0.8~1.0eV까지 낮출 수 있음. 이에 따라 광섬유 통신에 필요한 O-band(1,310nm) 와 C-band(1,550nm) 파장을 선택적으로 구현 가능
- O-band는 표준 단일모드 광섬유의 색 분산이 거의 0에 가깝다는 특징. C-band는 광섬유 전송 손실이 가장 낮음

광통신 파장대별 기술 및 적용분야 비교

구분	단파장 멀티모드 (850nm)	O-band (1,310nm)	C-band (1,550nm)
대응 광자 에너지 (eV)	1.459	0.947	0.800
주요 광섬유	멀티모드 광섬유 OM3·OM4·OM5	단일모드 광섬유 G.652-SMF-28 계열	단일모드 광섬유 G.652-G.654 계열
장점	광원·패키징 비용이 낮고 결합이 쉬움	1,310nm 부근 색분산이 거의 0으로 펄스 퍼짐이 적음	광섬유 손실이 약 0.16~0.20dB/km로 가장 낮고 EDFA 증폭 가능
한계	모드분산이 커 고속화할수록 전송거리 제한	1,550nm보다 광섬유 손실이 높고 광증폭 선택지가 제한적	표준 SMF에서 색분산이 발생해 장거리·고속 전송에는 코히어런트 DSP가 필요
화합물 반도체	GaAs·AlGaAs	InP 기반 + InGaAsP-InAlGaAs 활성층	InP 기반 + InGaAsP-InAlGaAs 활성층
일반적인 전송거리	수십~100m	DR 약 500m FR 약 2km LR 약 10km	DCI 약 10~120km 중복망 수백~수천km
적용 시장	서버랙 내부·인접 랙 고밀도 단거리 연결	AI 데이터센터 내부·캠퍼스 스위치 간 Scale-out 연결	데이터센터 간 연결(DCI) 통신 백본·장거리·해저케이블
AI 네트워크 내 역할	가장 짧은 구간의 저비용·저전력 광연결	800G·1.6T 광모듈과 CPO의 핵심 파장대	AI 클러스터·데이터센터 간 대용량 트래픽 전송

자료: 상상인증권

InGaAlAs 양자우물이 실제 적용된 EML 구조



* LD용 양자우물과 EAM용 양자우물을 위아래로 겹쳐 성장

* 레이저용 층과 변조기용 층을 옆으로 맞붙여 연결시키는 방식

자료: NTT

InGaAs/InP 수신: 포토다이오드, 빛을 전기 신호로 복원

- 포토다이오드(PD)는 빛을 전기신호로 바꾸는 반도체 소자. 빛이 흡수층에 닿으면 전자와 정공이 생김. 내부 자기장이 이들을 서로 반대 방향으로 이동시켜 전류를 만들어냄. 빛의 세기에 따라 전류 크기 변하면서 0과 1 데이터 복원
- InGaAs는 1,310-1,550nm 빛을 효율적으로 흡수, InP 플랫폼은 고속 PIN, 고감도 APD, 코히어런트 수신기에 활용
- 800G-1.6T 전환으로 광 lane 속도가 100G에서 200G로 상승. 포토 다이오드의 대역폭과 수신감도가 링크 성능을 결정
- 업계는 이미 200G/lane용 InGaAs PD를 양산. 400G/lane InP PD 시연도 등장하며 수신부 고속화가 본격화

광통신 수신소자별 구조·작동원리 및 주요 적용기술

구분	PIN-PD	APD	Balanced PD
핵심 소자 구조	InGaAs 흡수층을 InP의 P형-N형 층 사이에 배치후면입사-마이크로렌즈 구조도 적용	InGaAs 흡수층 + InP 전하조절-애벌랜치 증폭층흡수와 증폭 영역을 분리한 구조	특성이 동일한 InGaAs PIN-PD 2개를 한 쌍으로 구성광하이브리드-TIA와 함께 사용
작동원리	InGaAs가 빛을 흡수해 전자-정공 생성역전압의 전기장으로 이들을 곧바로 수집	빛으로 생성된 전자가 InP 증폭층에서 충돌 전자 수가 연쇄적으로 증가해 광전류 증폭	신호광과 기준광을 간섭시킨 뒤 두 전류의 차이를 검출공통 잡음은 제거하고 유효 신호만 추출
성능-한계	고속-저잡음-높은 선형성내부 증폭이 없어 APD보다 감도는 낮음	약한 빛을 읽어 수신감도-링크 마진 향상높은 전압-잡음-온도 관리가 필요	잡음 억제-높은 선형성-위상 검출 가능기준 레이저와 광하이브리드가 필요해 구조가 복잡
적용기술	112GBaud-200Gbps/lane PAM4 수신800G-1.6T AI 데이터센터 링크의 주력	50G-PON-통신 액세스망장거리-저광량-고감도 수신	코히어런트 DCI-DWDM 백본-해저케이블400ZR-800ZR 등 장거리 고속전송

자료: 상상인증권

Coherent, 200G/lane용, 400G InP 포토다이오드 링크 공개

Increasing Data Rate

400G Full Link Demo with InP EML

• Coherent InP differential 400G EML and 400G InP Photodiode

400G Eye with Silicon Photonics

• Industry first: 400G link with internally designed Silicon Photonics

Increasing Density

Transceiver Demo in new XPO form factor

• Coherent InP CW laser with 200G/lane Silicon Photonics PIC

• Integrated liquid cooling

• Supports data rates up to 12.8 Tb/s (64 x 200G)

• Supporting OIF High Density Form Factor, data rates up to 25.6Tb/s (64 x 400G)

자료: COHERAENT

④ 텅스텐(W)·몰리브덴(Mo)·탄탈럼(Ta), 반도체 배선을 구성하는 핵심

- 텅스텐(W)은 용점이 가장 높은 금속. 트랜지스터의 첫 배선 층을 잇는 콘택 플러그(Contact Plug)와 3D NAND 워드 라인(Word Line) 게이트 금속으로 사용. 3D NAND는 200~300단 이상 적층된 각 층의 게이트를 텅스텐(WF₆)으로 채움
- 배선이 가늘어지면 저항이 급증. 구리·텅스텐은 확산 방지용 배리어/라이너층이 필요해 도체 단면적을 갉아먹음. 몰리브덴(Mo)은 배리어 없이 쓸 수 있어 유효 저항 역전 가능해 차세대 배선 후보로 각광
- 구리는 실리콘 절연막으로 확산하면 밴드갭 내부에 결함 준위 형성. 따라서 구리 배선은 Ta/TaN 배리어로 감싸야 함

텅스텐·몰리브덴·탄탈럼 특성 및 적용처

금속	소재 특성	적용처	반도체 내 기능	기술 변화
텅스텐(W)	- 금속 중 가장 높은 용점 보유·열적·화학적 안정성 우수 - 고종횡비 구조 충진에 적합	- 로직: 트랜지스터와 첫 배선층을 연결하는 콘택·비아 플러그 - 3D NAND: 각 적층단의 워드라인(Wordline) 게이트 - WF₆ 전구체를 이용한 CVD·ALD 증착	- 좁고 깊은 콘택 홀을 빈틈없이 채워 전기적 연결 형성 - 3D NAND에서는 수백 개 적층 단의 게이트 전극을 구성	- NAND 고단화로 증착 면적과 공정 난이도 상승 - AI 데이터 저장량 확대에 따른 NAND 수요와 연결 - 다만 워드라인 저항 문제가 커지며 일부 공정에서 Mo 전환 추진
몰리브덴(Mo)	- 미세 구조에서 W보다 낮은 유효 저항 구현 가능 - 전자 평균자유행로가 짧아 선평 축소에 유리·배리어·접착층 없는 증착 가능	- 3D NAND: 차세대 워드라인 금속 - 로직: 콘택·비아 등 MOL 배선 후보 - ALD를 통한 고종횡비 구조 충진	- 배리어 층을 제거해 실제 전류가 흐르는 도체 단면적 확대 - 극미세 배선의 저항 증가와 RC 지연 완화 - 좁은 구조에서도 균일한 금속 층 형성	- W의 저항 한계를 보완하는 차세대 배선 소재로 부상 - 3D NAND 워드라인의 W→Mo 전환 추진 - 로직 미세화와 후면전력공급망 적용 가능성 확대
탄탈럼(Ta)	- Cu와 반응성이 낮고 확산 차단 능력 우수 - TaN은 절연막과의 접착력·안정성 우수 - 초박막 형태로 증착 가능	- Cu 다마신 배선: Ta/TaN 확산 배리어 및 라이너스퍼터링 타깃을 이용한 PVD 증착 - 일부 고신뢰성 탄탈럼 커패시터에도 사용	- Cu가 절연막이나 실리콘으로 확산되는 현상 차단·누설전류·소자 오염·배선 신뢰성 저하 방지 - Cu 배선과 주변 절연막을 분리하는 보호막 역할	- 기존 Cu 다마신 공정의 핵심 소재 - 배선 미세화로 배리어층 자체가 도체 면적을 잠식하는 한계 발생 - 최선단 공정에서는 초박막 TaN 및 Ru-Co 대체 구조 개발

자료: 상상인증권

01 Tech & Raw Materials

화합물 반도체 및 공정-배선 금속 원소

구분	원소	물성 (vs Si)	주요 용도	기술적 의의
화합물 반도체 원소	갈륨(Ga)	GaN 밴드갭 3.4eV(Si 1.1eV의 약 3배), 절연 파괴전계 약 10배, 고주파 스위칭 특성 우수	GaN 전력반도체(데이터센터 PSU·컨버터, EV OBC), GaAs RF·VCSEL, LED·레이저	같은 전압을 더 얇은 소자·더 빠른 스위칭으로 처리 → 변환 단위 축소와 수동소자 소형화. NVIDIA 주도 800V DC 데이터센터 아키텍처 전환의 물리적 전제. AI 칩 전력밀도가 MW급으로 상승할수록 채택 확대
	게르마늄(Ge)	밴드갭 0.66eV로 Si(1.12eV)가 투과시키는 1,310~1,550nm 통신광을 흡수. Si와 동일 4족 → CMOS 공정 호환	광섬유 코어 도핑(GeCl ₂), SiPh 광검출기(Ge-on-Si), GAA SiGe 회생층, 적외선 광학·우주 태양전지	통신 파장대 수광은 Si가 물리적으로 불가 → SiPh 확산 = Ge 수요 확대. InGaAs 등 대체재는 CMOS 라인 위에서 성장이 불가해 SiPh의 존재 이유(대량생산 경제성) 훼손. 광섬유·트랜지스터·검출기·방산 네 갈래 수요가 연 150~200톤의 소형 시장에 집중
	인듐(In)	InP는 직접천이 밴드갭 → 전류 주입만으로 통신 파장대(1,310~1,550nm) 발광. Si는 간접천이로 발광 불가	InP 기판 → DFB-LD·EML·CW 레이저(800G/1.6T 광 모듈), ITO 투명전극, 솔더·TIM	빛을 만드는 자리는 폼팩터와 무관하게 InP, 플러거블은 EML로. SiPh·CPO는 외부 광원으로 소비. 1.6T 광엔진의 기판 면적 수요는 800G의 3배+, 웨이퍼 수급은 이미 공급 부족. HBM 다음의 공인 병목
공정-배선 금속	텅스텐(W)	융점 3,422℃(금속 최고), WF ₆ CVD의 단차 피복성 우수 → 고종횡비 구조 충전에 최적	로직 콘택 플러그·비아, 3D NAND 워드라인 게이트 전면 충전, 초경공구·방산	200~300단+ 적층의 깊은 홀을 빈틈없이 메우는 사실상 유일한 실용 해법 → 낸드 적층 경쟁이 곧 W 사용량. 방산(관통자·합금) 수요와 반도체 수요가 동일 물량을 두고 경쟁
	몰리브덴(Mo)	전자 평균자유행로가 짧아 극미세 선폭에서 저항 증가 완만, 배리어층 없이(barrierless) 직접 증착 가능	차세대 미세 배선·MOL 전극, 3D NAND 워드라인(W 대체), EUV 광학계 다층막	선폭이 좁아질수록 배리어가 차지하는 부피 손실이 커지는데, Mo는 배리어 불필요 → 유효 저항이 W·Cu를 역전. 미세화가 진행될수록 채택이 '확대'되는 역방향 수요
	탄탈럼(Ta)	Cu 확산 차단성·밀착력·열안정성 동시 충족, 고유전 Ta ₂ O ₅ 형성	모든 Cu 배선을 감싸는 TaN/Ta 확산 배리어, MLCC 전해 커패시터, 스퍼터링 타깃	Cu는 Si 내부로 확산 시 소자를 파괴 → 배리어는 다마신 공정의 구조적 전제로 배선층 수만큼 반복 사용. 대체 후보(Ru 등)는 아직 양산 검증 단계로, 첨단 로직의 배선층 증가가 곧 Ta 수요

자료: 상상인증권

PART 02

Raw Materials War

- 칩을 막는 미국, 원소를 통제하는 중국

02 Raw Materials War

어제의 부산물은 오늘의 전략 자원

- 기본적으로 갈륨(Ga), 게르마늄(Ge), 인듐(In)은 비철 제련 과정에서 회수되는 부산물. 모광석 내 품위는 0.1%에 미달
- 중국의 공급 의존도가 높은 편임. 상대적으로 낮은 환경·에너지 비용, 정부 보조금과 전략산업 육성정책을 기반으로 모금속 제련 및 부산물 회수·정제능력이 중국에 집중되었기 때문. 따라서 공급량은 모금속, 부산물 회수율, 정제설비에 좌우
- 부산물 특성상 가격이 상승하더라도 단기간 내 독립적 증산이 어려워 상대적으로 공급 탄력성 낮음. 최근 AI·반도체·광통신 등 첨단산업 수요 확대와 자원 통제가 맞물리며 핵심 전략자원으로 전환되고 있음

AI·반도체 희소금속 공급 및 중국 점유율

	By	Market share (2025)	Latest development
Aluminium (Bauxite)	Guinea	34% share of mining	Proposed new export control to be effective in Jun 2026
Antimony	China	44% share of refining	Suspended its ban on export to the United States until Nov 2026
Bismuth	China	73%	Export licensing in Feb 2025
Cobalt	DRC	66%	Export quota system in Oct 2025
Gallium	China	99%	Suspended its ban on export to the United States until Nov 2026
Germanium	China	94%	Suspended its ban on export to the United States until Nov 2026
Graphite (mined)	Mozambique	4%	Mandated local processing of mined material
Graphite (refined)	China	94%	Proposed new restrictions, suspended until Nov 2026
Indium	China	86%	Export licensing in Feb 2025
Lithium	Zimbabwe	10%	Suspended exports of lithium concentrate in Feb 2026, followed by potential export ban in 2027
Manganese	Gabon	25%	Proposed ban on raw mineral exports to start in 2029
Molybdenum	China	41%	Export licensing in Feb 2025
Nickel	Philippines	11%	Proposed ban on raw mineral exports to start in 2030
Rare Earths	China	91%	Export licensing on seven rare earths in Apr 2025; further restrictions suspended until Nov 2026
Sulphuric acid	China	34%	Halted exports from May 2026 until the end of the year
Tellurium	China	73%	Export licensing in Feb 2025
Tungsten	China	76%	Export licensing in Feb 2025
Rare Earths	China	91%	Proposed controls on related products, equipment and technologies suspended until Nov 2026
Batteries (LFP)	China	99% share of cell manufacturing	Proposed controls on batteries, battery equipment and components suspended until Nov 2026
Lithium refining	China	71%	Proposed technology export control in Jan 2025

* 2025년 글로벌 생산량: 갈륨 (900톤), 게르마늄 (145톤), 인듐 (1,100톤), 몰리브덴 (260,000톤), 텅스텐 (85,000톤), 탄탈럼 (2,500톤)

모금속별 희소금속 회수 구조

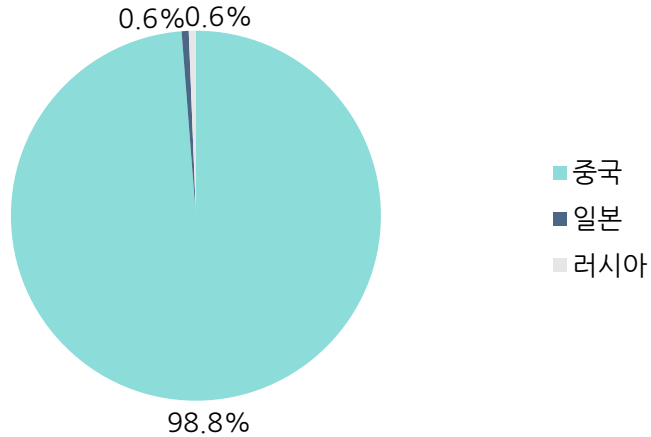
모금속	부산물	회수 단계	공정	이론적 회수량 (광석·정광 100만 톤당)	함량·품위
아연	인듐	정련	침출 잔사 → 용매 추출	40~270톤 (정광 기준)	정광 1t당 0.004~0.027%
	게르마늄	정련	배소 → 침출 → 전해채취	약 30톤 (광석 기준)	광석 1t당 0.003%
	갈륨	정련	침출 잔사 → 용매 추출	10~500톤 (광석 기준)	광석 1t당 0.001~0.05%
납	은	정련	납 정련 중 습식제련	약 500톤 (정광 기준)	정광 1t당 수백 g
	비스무트	정련	배소 드로스 → 환원	약 200톤 (정광 기준)	정광 1t당 ~0.02%
	안티모니	정련	배소 드로스 → 환원	약 4,000톤 (정광 기준)	정광 1t당 0.4%
니켈	코발트	정련	침전·전해	1,000~2,000톤 (광석 기준)	광석 1t당 0.1~0.2%
	백금족 (PGM)	정련	구리 전해정련 양극 슬라임	Pd ~9톤·Pt ~2톤 (광석 기준)	광석 1t당 Pd ~9g·Pt ~2g
알루미늄	갈륨	정련	용매 추출·전해채취 (바이어액)	10~100톤 (광석 기준)	광석 1t당 0.001~0.01%
구리	몰리브덴	선광 (제련 이전)	동광 부유선광 중 몰리브데나이트(MoS ₂) 분리 부선	100~500톤 (광석 기준)	동광체 1t당 통상 ~0.01% (구리 함량의 약 2% 수준), 상한 ~0.05%
	텅스텐	채굴·선광	회중석·철망간중석 선광 → 정광(WO ₃ 15~75%) → APT 습식 제련	광석 100만 톤당 WO ₃ 1,000~10,000톤 상당	가형 광체 기준 광석 1t당 WO ₃ 0.1~1.0%
-	탄탈럼	채굴·선광	콜탄(컬럼바이트-탄탈라이트) (+주석 제 선광 → 정광 → 불산 침출·용련 슬래그) 매 추출 / 주석 슬래그 재처리	200~400톤 (페그마타이트 광석 기준)	광석 1t당 Ta ₂ O ₅ 0.02~0.04%, 주석 슬래그는 2~10%로 고품위

자료: IEA, USGS, 상상인증권

자료: IEA, Global Critical Minerals Outlook 2026

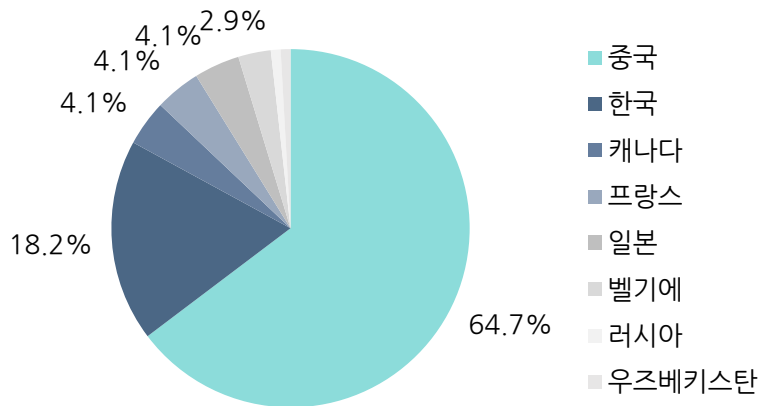
02 Raw Materials War

갈륨 국가별 생산능력 비중 (2025년 글로벌 제련 CAPA 1,620톤)



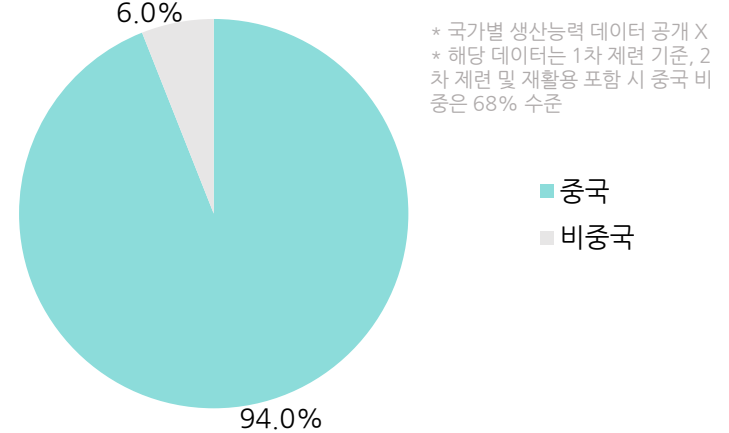
자료: USGS, 상상인증권

인듐 국가별 생산능력 비중 (2025년 글로벌 제련 CAPA 1,700톤)



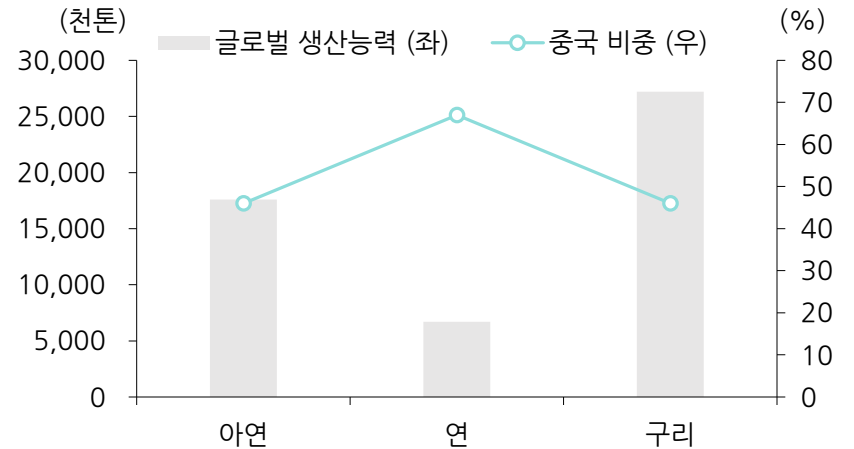
자료: USGS, 상상인증권

게르마늄 국가별 생산 비중 (2025년 글로벌 생산 기준)



자료: IEA, 상상인증권

중국 비철 및 갈륨·인듐 생산능력



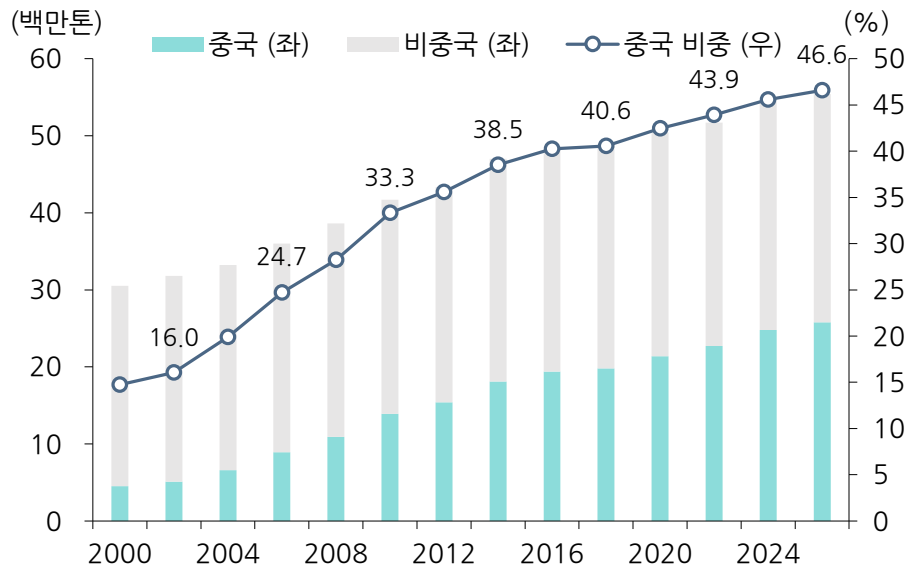
자료: Antaika, ILZSG, SMM

02 Raw Materials War

서방의 제련기반 약화, AI 원소 공급망 축소로 이어지다.

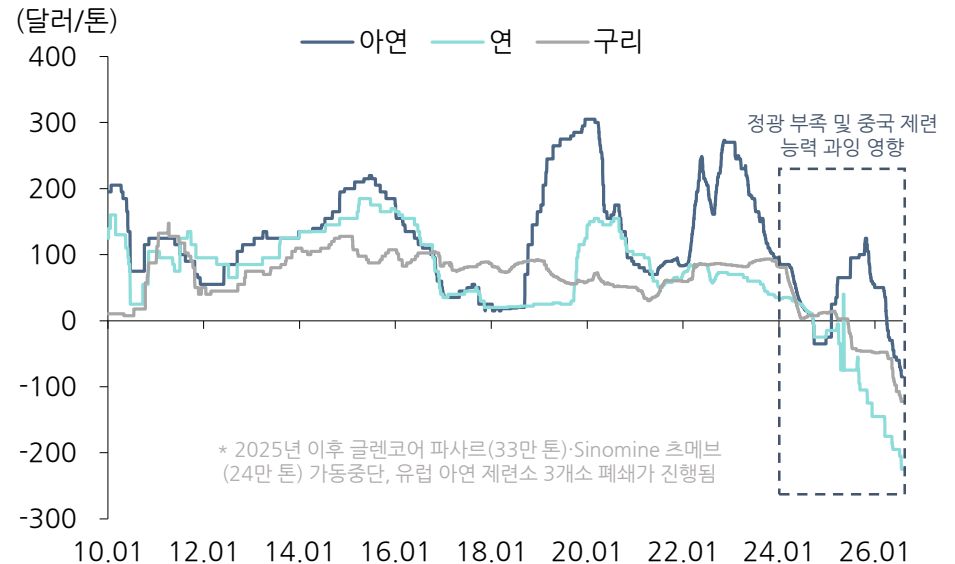
- 2000년 이후 비철 제련능력 증가분의 대부분은 중국이 흡수. 주요 3개 금속 합산 중국 생산비중은 2000년 15%에서 2025년 46%로 상승하며 고성장세 지속. **반면 비중국 생산량의 연평균 증가율은 +0.9%에 그치며 사실상 정체**
- 지난 3년간 TC 기반 제련 수익성은 악화. 중동 사태 이후 중국 아연 연 구리의 Spot TC는 음(-)의 영역으로 진입 · 심화
- 마진 악화는 설비 중단으로 직결. 제련소가 문을 닫으면 그 자산에 내재된 Ga·Ge·In 회수 잠재력도 악화

글로벌 아연 · 연 · 구리 생산량 및 중국 생산 비중



자료: USGS, ILZSG, ICSG, 상상인증권

중국 비철금속 Spot TC



자료: Bloomberg, 상상인증권

고도화되는 중국의 공급 통제, 과거와 결정적 차이는 강도가 아닌 정밀도

- 통제 초기(1998~2014)에는 수출 쿼터·수출세 등 전 세계 무차별 적용의 물량·가격 통제가 중심. 대상을 특정할 수 없어 실효성이 제한적이었고, WTO 2연패로 수단 자체가 폐기
- 2015년 허가제 전환 이후 점진적으로 건별 심사·최종용도 확인·국가별 차등 적용·0.1% 역외통제로 고도화
- 통제의 대상이 '물량'에서 '거래 상대'로 이동하며, 총량을 줄이지 않고도 특정 국가·용도만 겨냥 가능

중국 핵심광물 수출 통제의 역사

시점	조치	대외 명분	수단의 성격
85~03	희토류 수출 장려 (환급·보조)	외화 획득	저가 수출로 서방 생산자 퇴출 → 과정의 토대 형성
98	대외무역경제합작부, 수출쿼터 라이선스 도입	자원 관리	물량 통제의 시작
01.12	WTO 가입 (가입의정서 부속서 6에 수출세 품목 한정 약속)	-	이후 모든 분쟁의 법적 근거가 됨
05~	쿼터 축소 (2005년 5.1만 톤 기준)	자원 보전	수량 통제 강화
06~07	희토류 등에 수출세 부과	환경 비용 내부화	가격 수단 추가 → 쿼터와 병행
09	MIIT '희토류 산업발전계획 2009-2015' → 연 3.5만 톤 상한	산업 고도화	산업정책으로 명문화, 다운스트림 유치 목적
10.07	하반기 쿼터 약 40% 삭감 발표	환경·자원 보전	수량 통제 정점 → 센카쿠 사태 2개월 전
10.9	센카쿠 사태, 대일 선적 비공식 중단(약 2개월) → 미·EU로 확대	공식 부인	지정학 카드로 첫 사용 → 단, 밀수·난립으로 실효성 제한
12.2	WTO 1차 패소 → 원자재 분쟁 (보크사이트·형석·마그네슘 등 9종, 미국·EU·멕시코)	환경·자원 보전	항변 기각 → 다자규범과 정면 충돌
14.3	WTO 2차 패소 → 희토류·텅스텐·몰리브덴, 8월 상소기구 확정 (미국·EU·일본)	자원 보전·환경	반도체 광물 분쟁 대상으로 확정 (수출세 58개 희토류·15개 텅스텐·9개 몰리브덴 품목이 쟁점)
15.1	쿼터·수출세 폐지 → 수출허가제 전환	WTO 판정 이행	수단 전환: 수량 → 행정제량. 국내 생산쿼터는 유지 → 통제의 무게중심이 국경에서 국내로 이동
16 말	6대 국유기업으로 산업 통합	환경 단속·난개발 정비	밀수·난립 제거 → 통제의 정밀도 확보
20.1	수출통제법 제정 (12월 시행)	국가안보	법적 인프라 완비 → 미국 2022.10 칩 통제보다 2년 앞섬. 명분이 '자원'에서 '안보'로 전환
21.12	중국희토그룹 출범 (중국오광·차이날코·남방희토 합병)	산업 경쟁력	통합 완성
23~	Ga-Ge 허가제 등	국가안보	축적된 수단의 재배치

자료: 미 상무부(BIS), 중국 상무부(MOFCOM), CSET, 상상인증권

02 Raw Materials War

2023년 이후 중국의 전략 광물 수출 통제 조치 (품목·차원 확대)

발표일	근거	대상	조치 내용	통제 차원	의의
23.7.3-8.1	2023년 제23호	갈륨·게르마늄 관련 품목	이중용도품 수출 허가제, 최종사용자·용도 신고	물질	수출통제법 적용 첫 사례
23.10.20-12.1	2023년 제39호	흑연	허가제 확대	물질	배터리 소재로 확대
23.12.21	기술목록 개정	희토류 채굴·선광·제련·자석 제조기술	기술 수출 금지	기술	서방 자립 자체를 봉쇄
24.8.15-9.15	2024년 제33호	안티모니, 초경질재료	허가제 편입	물질	중국 수출 약 -97%, 가격 약 2배
24.12.1	국무원령 제792호	전 이중용도품	이중용도품 수출통제 조례 시행 - 관리목록·통제명단·역외적용의 행정 기반	제도	개별 조치의 상위 법령 완성
24.12.3	2024년 제46호	Ga·Ge·Sb·초경질재료·흑연	- 1조: 대미 군사용도·군사 최종사용자 수출 전면 금지 - 2조: Ga·Ge·Sb·초경질재료 대미 원천적 금수	물질+국가 특정	-
25.2.4	2025년 제10호	텅스텐·인듐·텔루륨·비스무트·몰리브덴 25개 품목	허가제	물질	본 자료 6대 원소 중 5개 포함. 이후 가격 급등·가용성 축소
25.4.4	2025년 제18호	중·중희토류 7종 및 자석	허가제	물질	2개월 내 글로벌 완성차 감소. 유예된 적 없음 - 현재도 유효
25.10.9	제55~58·61·62호	희토류 장비(56), 중·중희토류 5종 추가(57), 설계도·공정 파라미터·시뮬레이션 데이터(62), 해외 생산 지원 중국인(61)	0.1% 함량 역외통제 - 미 FDPR 모델링	장비·데이터·인력·역외	최대 강도
25.11.1	미·중 정상 합의	-	미국 측 발표: 중국이 희토류·Ga·Ge·Sb·흑연에 대해 미국 최종사용자용 일반허가(general license) 발급 예정. 중국 공식 성명에는 미포함	-	양측 발표 내용이 불일치 - 이행 여부가 관찰 포인트
25.11.7	제70호	10.9 조치 6건	1년 유예	-	-
25.11.9	제72호	제46호 2조만	대미 금수 유예, 통상 허가로 복귀	-	1조는 유예 대상 아님
26.1.1	수출허가목록 개정	중희토류 7개 코드 추가, 텅스텐·니켈 합금, 몰리브덴 분말, 인듐·비스무트·텔루륨, 은(silver) 등	목록 확대 (품목코드 세분화)	물질	유예 중에도 관리 대상은 계속 확대
26.1	대일 조치	중·중희토류 등	일본 대상 신규 이중용도 통제	국가 특정	통제 대상국이 미국 외로 확산
26 상반기	제26호	전략광물 13개 범주	수출 위반 공익신고 제도 - 민간 신고 장려	집행	감시가 정부에서 사회로 확장
26.3.31	국무원령 제834호	전 산업	산업·공급망 안전 규정 - 수출통제·반제재·데이터안보·투자심사를 국가안보 아래 단일 체계로 통합	제도	중국 최초의 공급망 안보 프레임워크. 통제 아키텍처의 완성
26.11.27	-	제46호 2조 유예	만료 예정	-	확정된 일정. 역외통제 집행도 같은 달 재개 예정

자료: 미 상무부(BIS), 중국 상무부(MOFCOM), CSET, 상상인증권

적극적 보복 수단이 된 中 핵심 광물

- 2022년 10월, 미국은 첨단 AI 반도체와 제조장비의 대중국 수출을 포괄적으로 제한. 중국의 첨단 반도체 자체 생산능력까지 억제하는 기술통제 체제로 전환 (+ 무역 갈등) ▶ 중국은 지배력 높은 핵심 광물 공급을 대응 수단으로 활용
- 중국은 2023년부터 갈륨·게르마늄을 시작으로 흑연과 희토류 가공기술까지 통제 범위를 확대. 본래 특정 국가를 겨냥하지 않은 '허가제' 형태였으나, 2024년 12월 HBM·반도체 장비 추가 통제 직후 보복적 성격이 명확해짐
- 양국 간 갈등은 '美 기술 통제·통상 압박 - 中 자원 통제'가 맞물리는 비대칭적 상호 통제 구조로 발전

미국의 기술 통제와 중국의 핵심 광물 통제 조치 시계열

미국 조치 시점	미국 기술 통제	중국 조치 시점	중국 핵심광물 통제	대응 시차
2019.5~2020.5	화웨이를 엔티티리스트(Entity List)에 등재한 뒤 FDPR을 적용해 역외 생산제품까지 통제 범위 확대	2020.1	수출통제법을 제정해 핵심광물·기술 통제의 법적 기반 마련	직접 대응 아님
2022.10	첨단 로직·메모리 반도체와 제조장비를 성능 기준으로 포괄 통제	2023.7	갈륨·게르마늄 수출 허가제 도입	9개월
2023.10	성능 기준을 강화해 A800-H800 등 우회 설계 제품까지 차단	2023.10~12	흑연 수출 허가제 도입 및 희토류 가공기술 수출 금지	즉각 대응
2024.12.2	HBM, 반도체 장비 통제를 확대, 중국 기업에 대한 역외통제 강화	2024.12.3	갈륨·게르마늄·안티모니의 대미 수출을 원칙적으로 금지	1일
2025.2.1	2025년 2월 1일 중국산 제품에 10% 추가 관세를 발표	2025.2.4	텅스텐·인듐·텔루륨·비스무트·몰리브덴 관련 품목에 수출 허가제 적용	약 1개월
2025.4	중국산 제품에 상호관세 부과	2025.4.4	중희토류 7종에 수출 허가제 적용. 글로벌 완성차 생산 차질 발생	즉각 대응
2025.9.29	등재기업이 지분을 50% 이상 보유한 계열사까지 제재 범위를 자동 확대	2025.10.9	미량의 중국산 원료가 포함된 역외 제품과 관련 장비·기술·인력까지 통제 (0.1% 할량 규칙)	10일
2025.11	미·중 정상 합의에 따라 미국의 계열사 확장 규칙을 1년간 유예	2025.11	일부 수출통제 조치를 유예. 다만 대미 군사용도 금지는 유지	상호 휴전
2026.1	반도체에 무역확장법 232조 관세를 부과하고 핵심광물 협정 협상 개시. H200급 반도체는 건별 심사로 완화	2026.1~3	통제 품목과 대일 규제를 확대하고 공급망 안전관리 제도 도입	비대칭적 강화
2026.11.9	계열사 확장 규칙의 유예 종료 예정	2026.11.27	대미 수출통제 일부 유예가 종료되며 역외통제 재개 예정	같은 달 만료

자료: 미 상무부(BIS), 중국 상무부(MOFCOM), CSET, 상상인증권

02 Raw Materials War

반작용은 작고, 타격도는 높은 최적의 대응 수단

- ‘Weaponized Interdependence’은 국가들이 경제 및 통신 네트워크를 이용해 적대국을 압박하는 방식을 설명. 지배국은 자신이 감독하는 중앙 네트워크를 통해 전달되는 데이터-통신을 감시 및 통제를 통해 무기화(Panopticon Effect)
- 한편 ‘Chokepoint Effect’는 특정 노드(Node)의 병목 지점을 활용. 특정 병목 지점의 장악 여부에서 비롯되므로 국력 열위 상태에서도 비대칭적 레버리지(Asymmetric Leverage)를 행사 가능. 물론 ‘부메랑 비용’ 역시 중요 변수임
- **중 전략 광물 공급 통제는 상대국에 대한 타격이 큰 동시에 자국 부담이 작아 비대칭 레버리지 효과 극대화**

Weaponized Interdependence 개념도



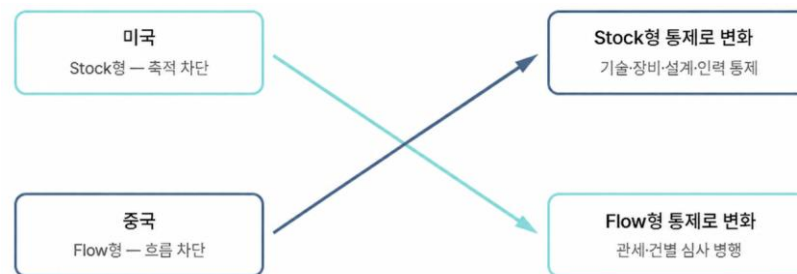
자료: Farrell & Newman, "Weaponized Interdependence" (International Security, 2019), 상상인증권

02 결국 양측의 통제는 서로의 성격으로 수렴

양측의 통제는 서로의 성격으로 교차

- 미국은 반도체 기술 및 장비의 축적을 차단하는 Stock형 통제를 시행. 효과가 누적되어 반복 사용 시 효과 강화. 중국은 원소재 공급의 흐름을 조이는 Flow형 통제. 즉시 효과는 크지만 비축 재활용 대체 CAPA 구축으로 시간이 지날수록 효과가 체감하는 경향 존재
- 이러한 비대칭은 중국의 운용 방식을 규정. 전면 차단은 상대의 대체 투자를 촉발해 통제 수단의 유효성을 소모시킴. 원자재 공급 통제의 가장 효율적인 시점이 정책 발동 직전인 만큼, 허가제·유예를 통한 점멸식 강도 조절 진행
- 동시에 양측의 전략은 서로의 성격으로 교차. 중국은 기술·장비·설계·인력 통제로 서방의 전략광물 자립 자체를 봉쇄하며 Stock형 성격으로 변화. 미국의 통제는 금지에서 관세 협상으로 이동하며 Flow화. 유예가 통제 효과의 소멸을 의미하지 않는 이유임

미국 기술 vs 중국 전략광물 통제 특성 및 동향



2026년 이후, 두 전략은 서로의 성격을 교차 획득

	미국	중국
대상	기술·역량의 축적 통제 (Stock)	물자의 흐름 통제 (Flow)
효과	시간이 갈수록 누적	즉시 최대, 이후 약화
가역성	비가역 - 잃은 시간 복구 불가	가역 - 해제 시 물량 회복
반복 사용	위력 강화	수단 소모
운용 방식	지속·확대	점멸 - 허가제·유예
최근 변화	관세·협상 → Flow화	기술·장비·인력 → Stock화

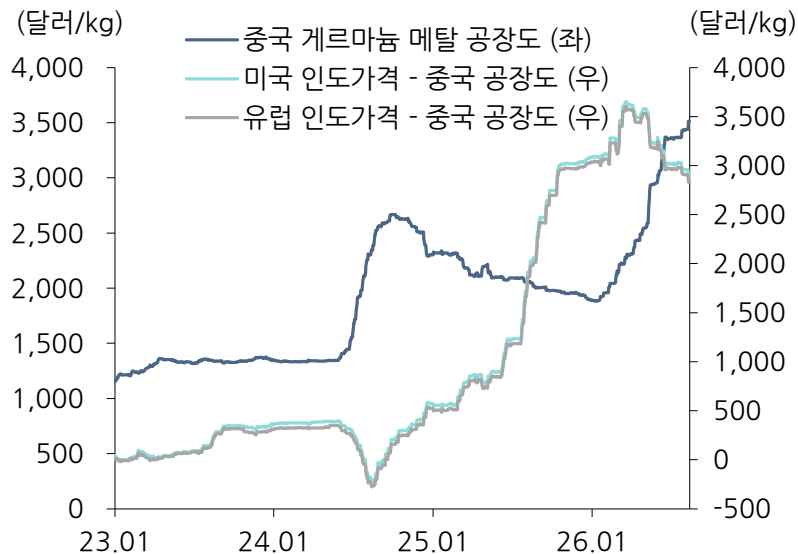
자료: 상상인증권

02 Raw Materials War

유예는 정상화가 아님. 가격 프리미엄은 통제 가능성 자체를 반영

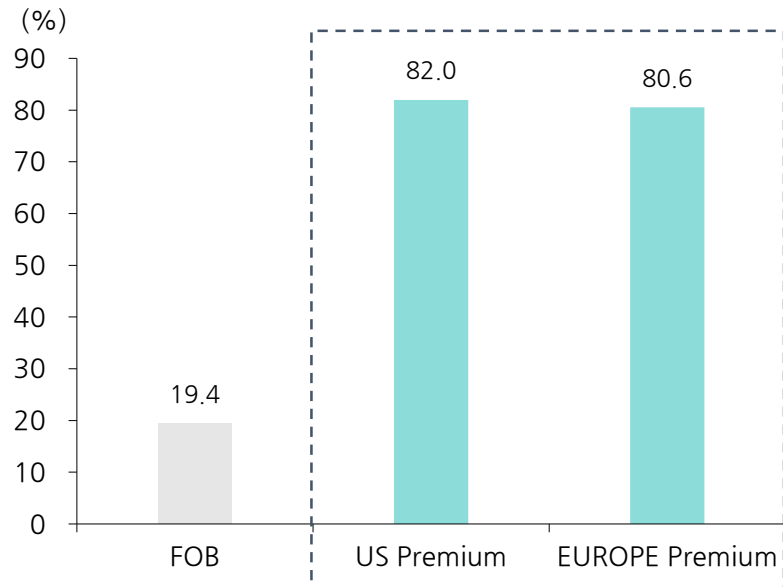
- 실질적으로 전략 광물의 가격 이중화 문제는 해소되지 않았음. 중국과 서방의 게르마늄(Ge) 가격 차이가 대표적 사례
- 구매자의 행동 변화는 비가역적. 전략 비축, 공급처 다변화, 장기 계약 등의 검토는 수출 통제 유예를 이유로 철회되지 않음. 조달 비용의 상승 분은 이미 계약 구조에 내재화. 위협이 상존하는 것만으로 시장은 비용을 지불한 셈
- 유예의 범위 자체도 제한적. 대미 군사용도 수출 금지 조치는 유예 대상이 아님. 중·중희토류 허가제는 유예 발표조차 없었음. 허가제는 해제되지 않았으며, 지난 1월에도 허가 목록은 오히려 확대됨 (W-Ni 합금, Mo 분말, In, Bi, Te 등)

중국 게르마늄 메탈 99.99% EXW · 미국·유럽 인도가격 차이



자료: Bloomberg, 상상인증권

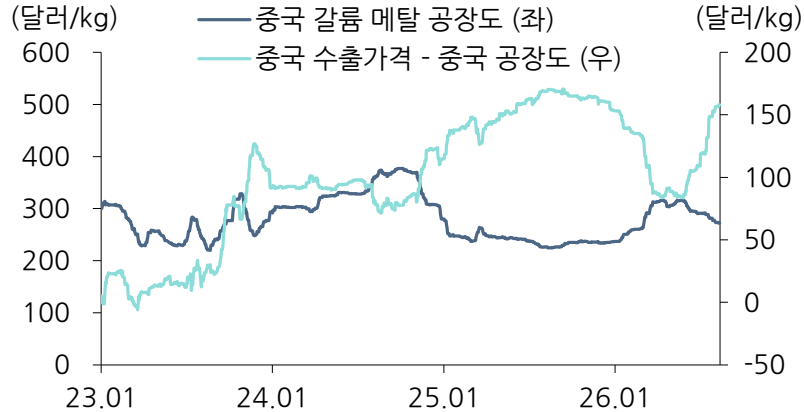
중국 게르마늄 메탈 99.99% 지역별 프리미엄



자료: Bloomberg, 상상인증권

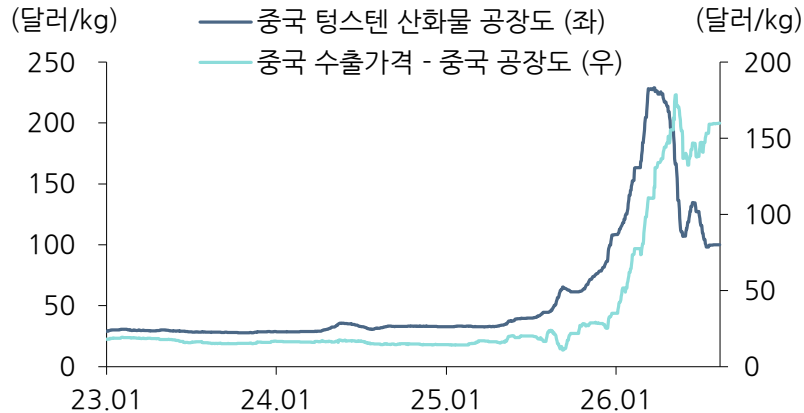
02 Raw Materials War

중국 갈륨 메탈 99.99% EXW 및 FOB 대비 가격 차이



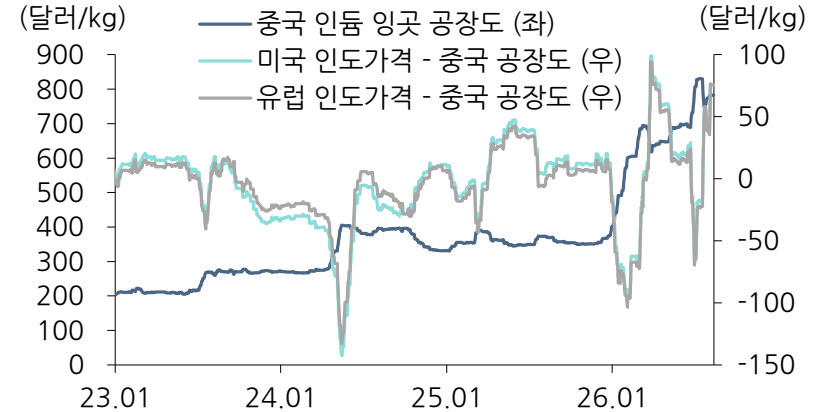
자료: Bloomberg, 상상인증권

중국 텅스텐 산화물 99.95% EXW 및 FOB 대비 가격 차이



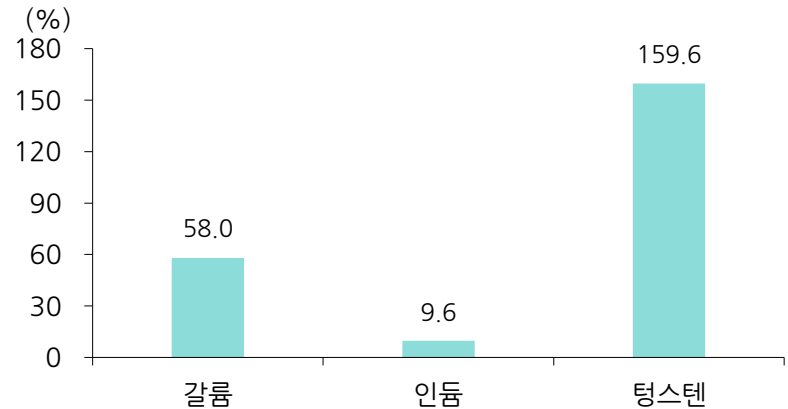
자료: Bloomberg, 상상인증권

중국 인듐 잉곳 99.99% EXW 및 미국·유럽 인도가격 차이



자료: Bloomberg, 상상인증권

중국 갈륨·인듐·텅스텐 수출가격 프리미엄



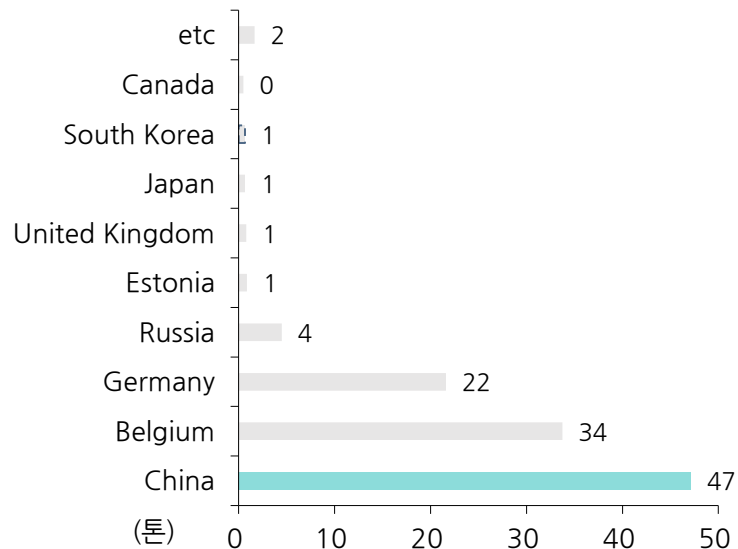
자료: Bloomberg, 상상인증권

02 Raw Materials War

수입 데이터로 내리는 결론이 성급한 이유

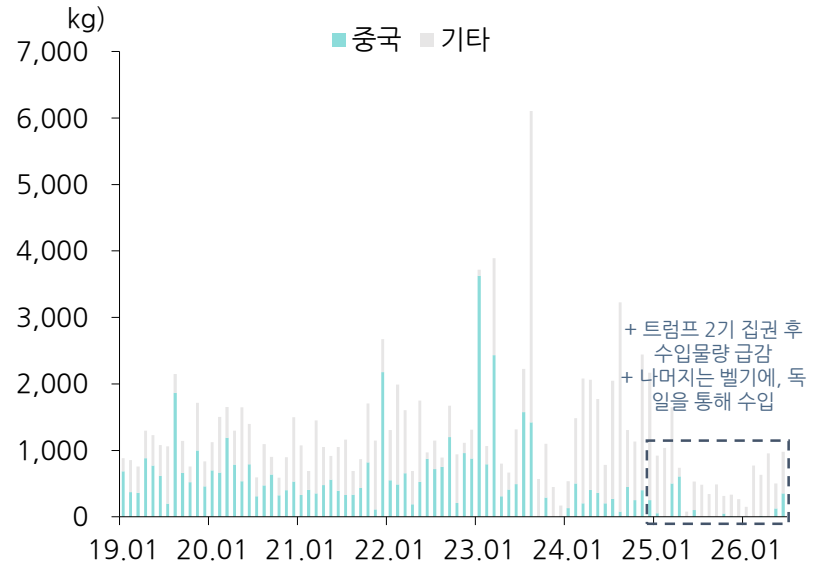
- 미국의 미가공 금속 수입물량 중 중국 비중은 게르마늄(42.1%)을 제외하면 비교적 낮게 관측됨. 다만 이는 미국 세관상 원산국 기준의 직접 의존도. 중국산 원료가 제3국에서 실질적으로 정제·가공되면 해당국산으로 집계될 수 있음
- 미국은 금속뿐 아니라 GaAs 웨이퍼, GeO₂·GeCl₄, ITO·InP·GaN 등 가공소재·부품도 수입. 일부 품목은 함유금속 환산 수입량이 미가공 금속보다 큼. 따라서 중국 공급망에 대한 실질적 노출도는 높을 수밖에 없음
- 중국산 원료를 사용하지 않더라도 중국의 글로벌 공급지배력으로 인해 공급 부족과 국제가격 상승 충격에 노출

미국 국가별 게르마늄 수입물량 (2019.01~2026.06)



자료: USITC, 상상인증권

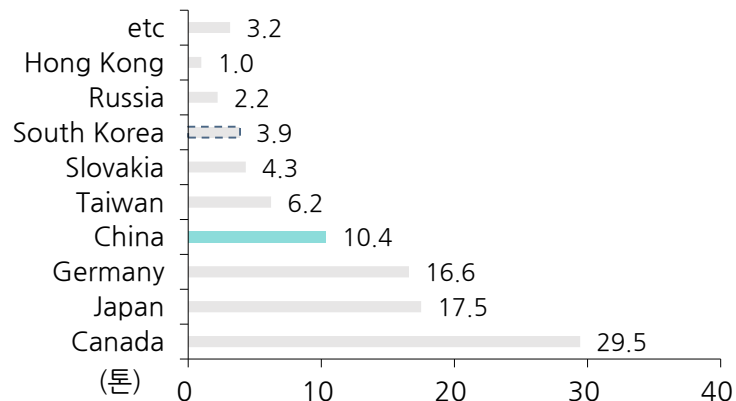
미국 게르마늄 월별 수입물량



자료: USITC, 상상인증권

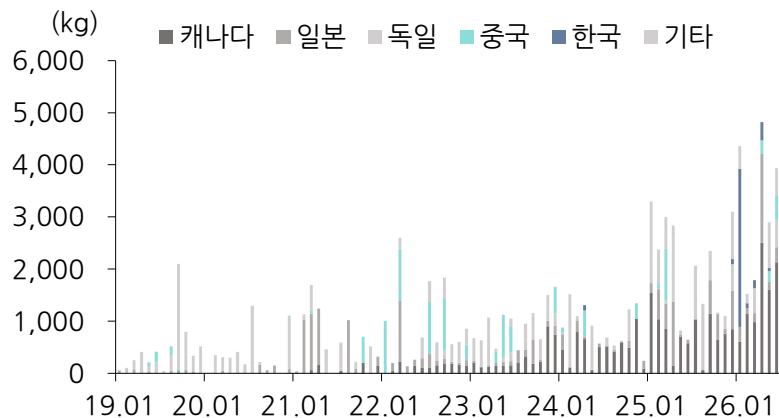
02 Raw Materials War

미국 국가별 갈륨 수입물량 (2019.01~2026.06)



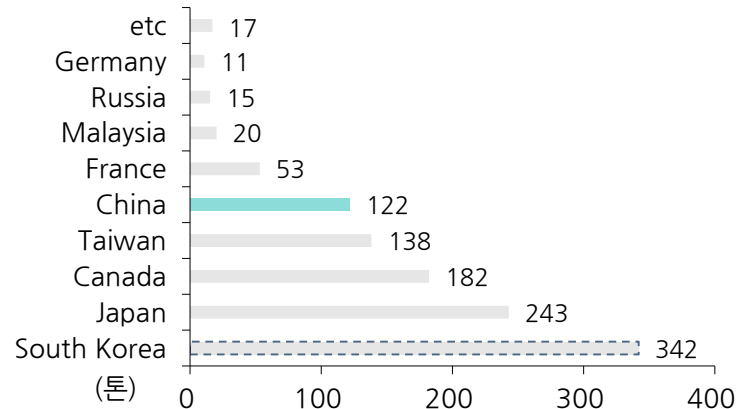
자료: USITC, 상상인증권

미국 갈륨 월별 수입물량



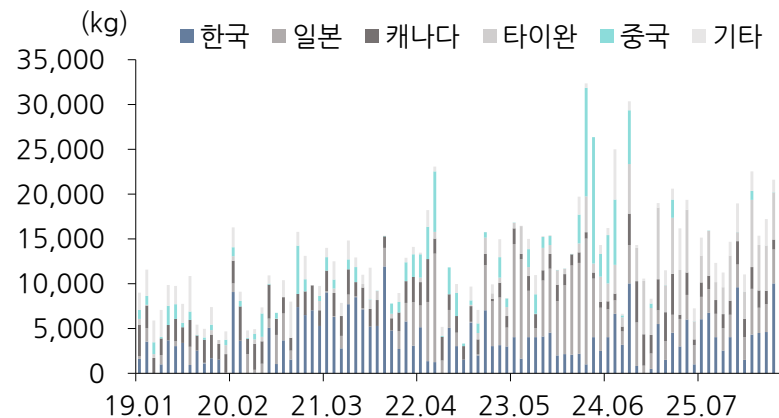
자료: USITC, 상상인증권

미국 국가별 인듐 수입물량 (2019.01~2026.06)



자료: USITC, 상상인증권

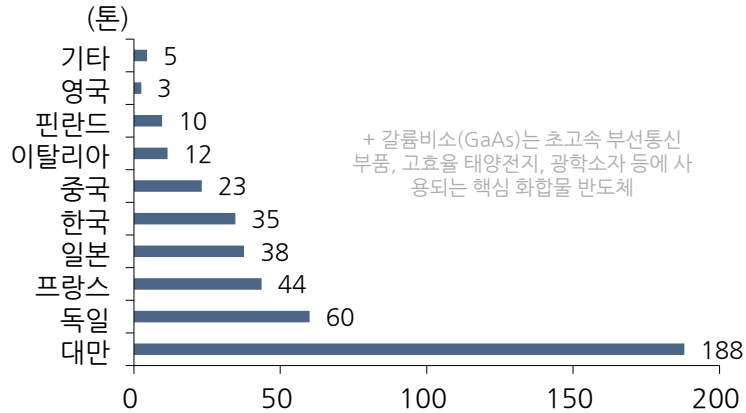
미국 인듐 월별 수입물량



자료: USITC, 상상인증권

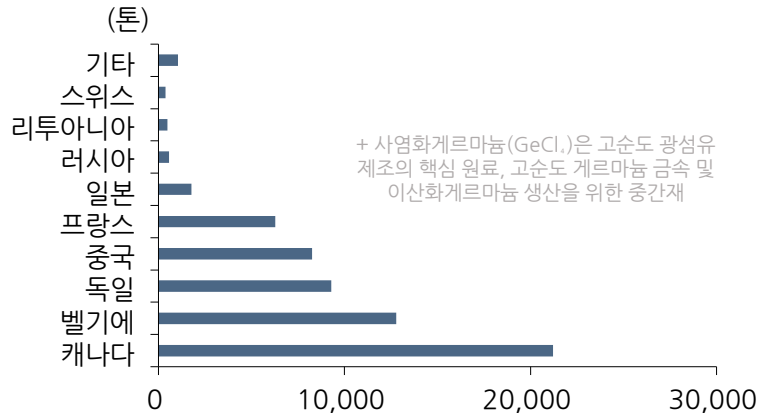
02 Raw Materials War

미국 갈륨비소 웨이퍼 수입물량 (2019.01~2026.06)



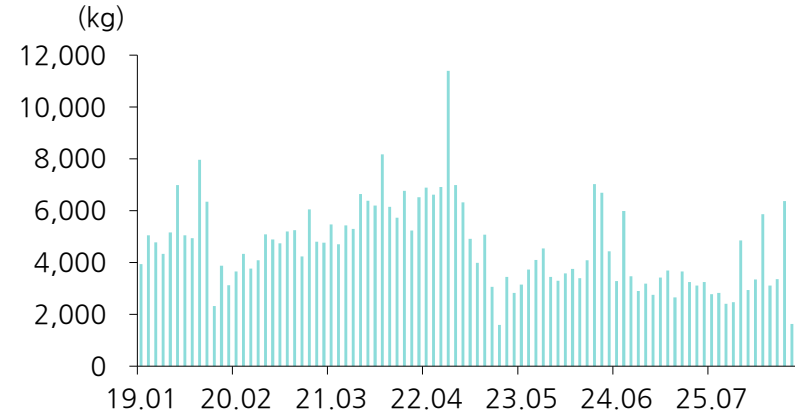
자료: USITC, 상상인증권

미국 사염화게르마늄 웨이퍼 수입물량 (2019.01~2026.06)



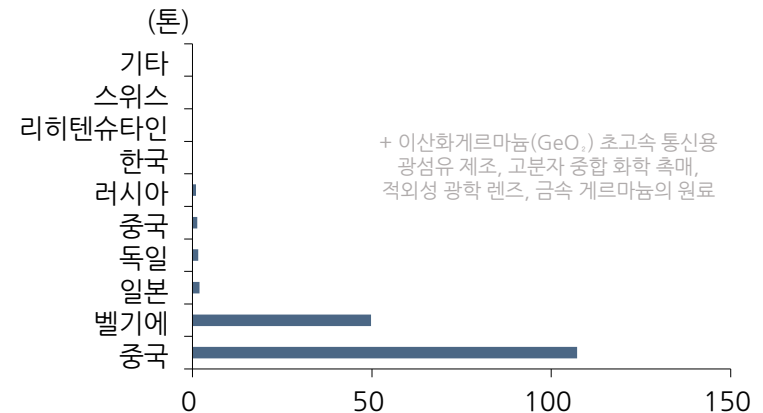
자료: USITC, 상상인증권

미국 갈륨비소 웨이퍼 월별 수입물량



자료: USITC, 상상인증권

미국 이산화게르마늄 수입물량 (2019.01~2026.06)



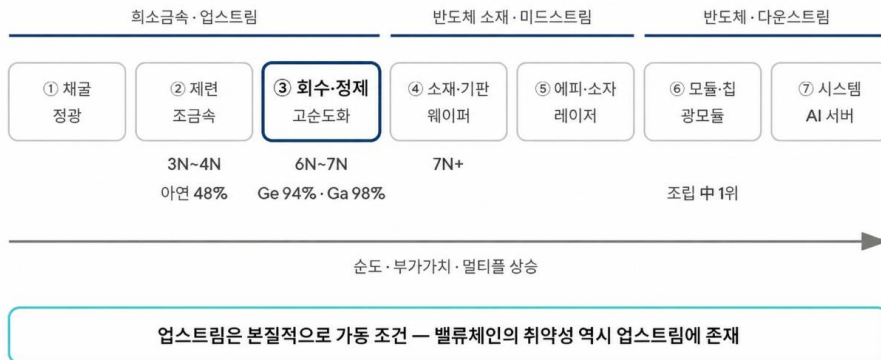
자료: USITC, 상상인증권

02 Raw Materials War

업스트림은 수익의 원천이 아닌 가동 조건

- 공급망 불안정성은 일시적 국면이 아닌 상수. 中 허가제는 해제된 적이 없으며, 서방의 제련 기반의 공백은 설비 투자에 2~4년이 소요되어 단기 복구가 불가능. 통제의 발동 여부와 무관하게 조달 리스크와 프리미엄은 지속될 전망
- 다운스트림으로 갈수록 순도·부가가치·멀티플 상승. 제련 단계 산출물은 3~4N급인 반면 반도체가 요구하는 순도는 7N급 이상으로 사실 상 다른 제품임. 제련업과 반도체 소재업의 수익성과 부가가치 격차는 이에 기인
- 다만 밸류체인이 취약성은 업스트림에 존재. 원자재 조달 차질은 재고 소진 이후 다운스트림 전반의 감산·지연으로 파급

정제·반도체 밸류체인 구조: 희소금속에서 AI 데이터센터까지



자료: 상상인증권

중국발 공급 충격, 서방 핵심광물 탈중국 가속화

Rattled by China, West scrambles to rejig critical minerals supply chains

By Amy Lv, Divya Rajagopal and Ernest Scheyder

December 6, 2024 9:37 PM GMT+9 · Updated December 6, 2024



[1/2] The flag of China is placed next to the elements of Gallium and Germanium on a periodic table, in this illustration picture taken on July 6, 2023. REUTERS/Florence Lo/illustration/File Photo Purchase Licensing Rights

자료: Reuters, 상상인증권

PART 03

Strategic Assets

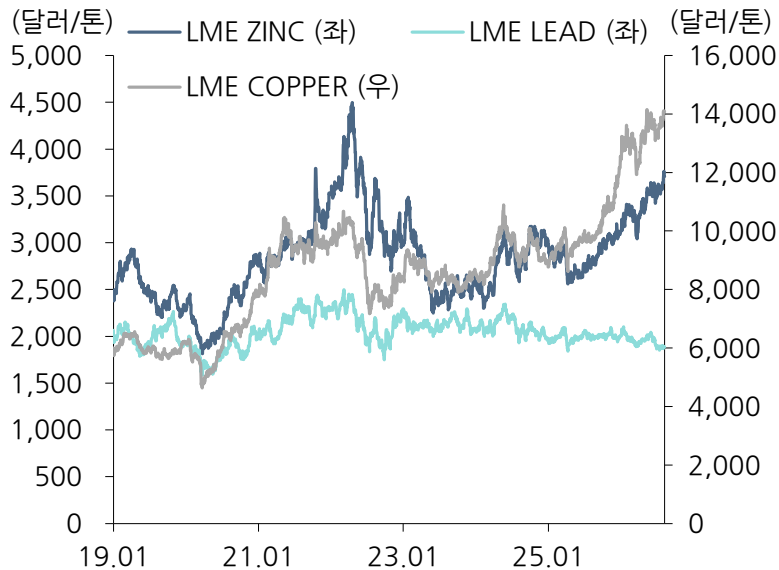
- 비중국 공급망 확보, 적극적 정책 개입

03 Strategic Assets

제련소가 광산에 돈을 내는 시대

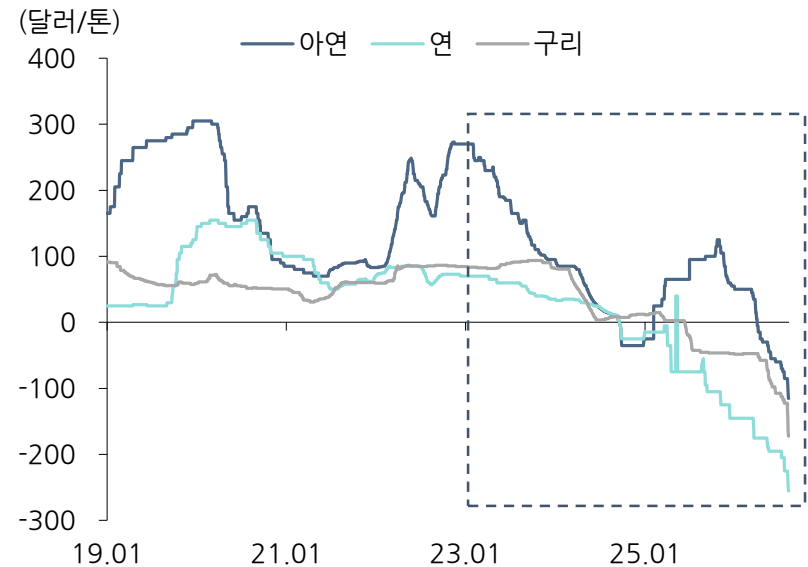
- TC(Treatment Charge)에 기인한 제련 수익성은 사실상 붕괴. 중국 아연·연·구리 Spot TC는 음(-)의 값 전환
- 구리의 경우 2010년대 프로젝트 리스크 회피로 인한 구리 광산 개발 부족으로 정광의 구조적 공급 부족 촉발. 2023년 11월 First Quantum의 파나마 광산 폐쇄는 구리 Spot TC의 급락으로 이어짐
- 2023년 아연 TC의 급락은 아연 가격의 하락으로 인해 Boliden 아일랜드 Tara, Nyrstar 미들테네시 등 고비용 광산의 폐쇄로 이어졌기 때문. 한편 중국 아연 제련 CAPA는 2025년 전년 대비 +6.2%(699만톤) 증가하며 수급 불균형 심화

LME 아연·연·구리 3개월물



자료: Bloomberg, 상상인증권

중국 아연·연·구리 Spot TC



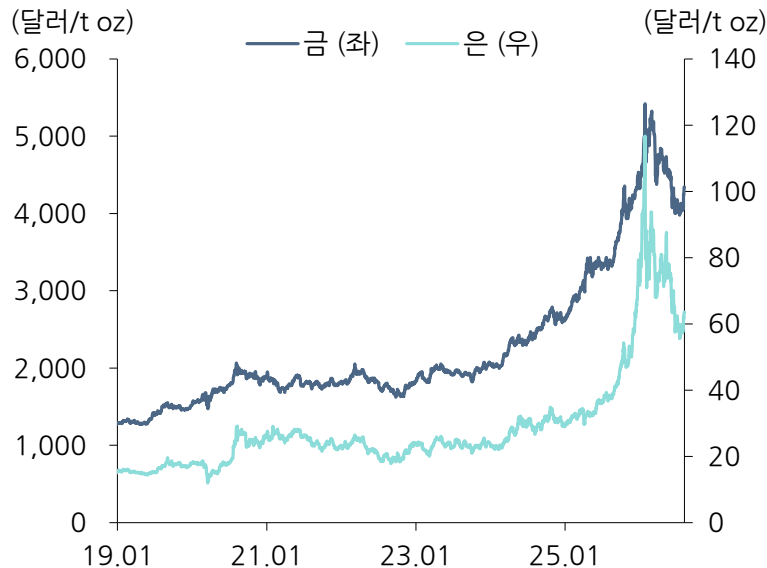
자료: Bloomberg, 상상인증권

03 Strategic Assets

귀금속 가격과 중동 불확실성으로 TC 악화 심화

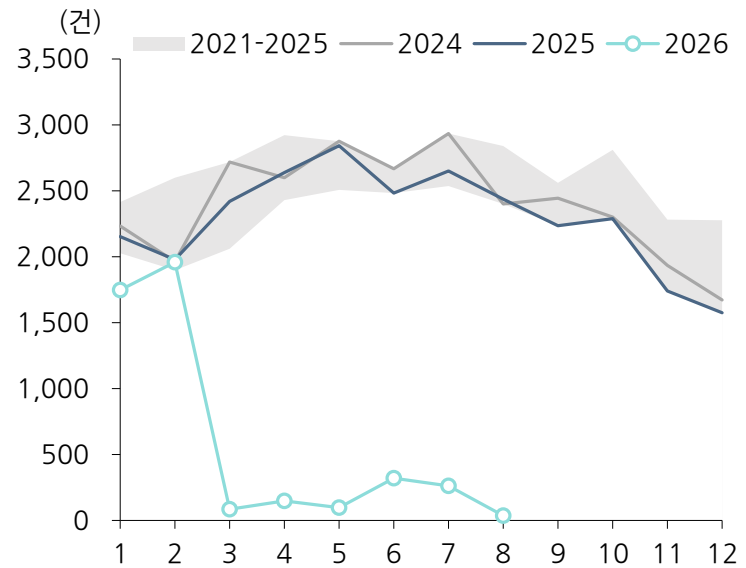
- 글로벌 아연·연 복합 광산 프로젝트 품위 저하 및 투자 부족의 영향으로 연 정광 공급 감소하며 제련 수수료 악화. 또한 연 정광에는 은·금·구리 등이 포함되는 경우가 많은데, 지난 해 하반기 귀금속 가격 강세 역시 TC 하방 요인으로 작용
- 한편 중동 지정학적 충돌 심화된 이후 호르무즈 해협 불확실성 고조되며 중국 Spot TC 전반적으로 악화 지속 중. 이는 운항 불확실성으로 인해 정광 물류 리드타임 늘며 Spot 물량 확보 경쟁이 격화된 영향
- 최근 호르무즈 협상 재개 기대에 따른 유가 하락과 7월 CPI 둔화로 9월 금리 인상 확률 후퇴, 귀금속 가격 반등세로 전환

금은 현물환



자료: Bloomberg, 상상인증권

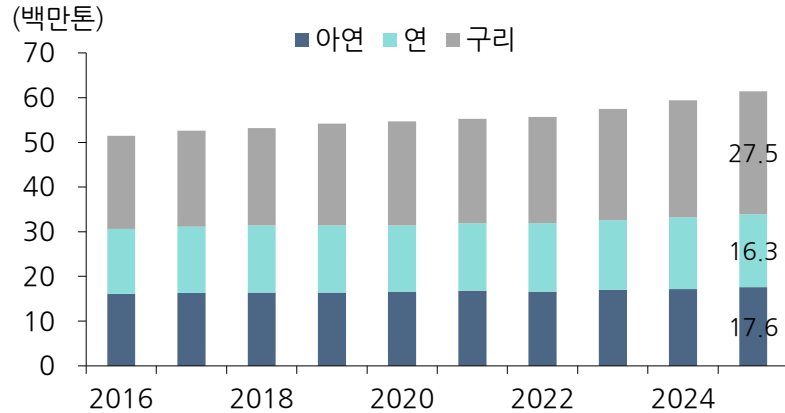
호르무즈 해협 통행량



자료: IMF PortWatch, 상상인증권

03 Strategic Assets

글로벌 아연, 연, 구리 정·제련 실질 CAPA



자료: 상상인증권

제련 수수료 악화에 따른 비중국 제련소 가동중단 내역

시점	광산, 자산	국가, 운영사	금속	유형	사유
2025.02	PASAR 제련·정련소 - 약 200kt/y 전기정	필리핀 / Glencore ▶ 2025.09 PMNM-Villar 계열로 매각	구리	전면 가동중단·Care & Maintenance, 공개적으로 확인된 재가동 없음	중국 제련능력 확대에 따른 정광 부족, Spot TC/RC 급락·마이너스 전환으로 수익성 악화
2025.04	Hobart Zinc - 260kt/y, 감산분 약 65kt/y	호주 / Nyrstar-Trafigura	아연	무기한 25% 감산	원료시장 악화와 마이너스 TC, 전력·운영비 상승으로 손실 누적. 다만 정부 지원으로 전면 폐쇄는 면했음
2025.06	Tsumeb Smelter - 약 240kt/y 구리정 광 처리능력	나미비아 / Sinomine Tsumeb Smelter-중국계	구리	전면 가동중단·Care & Maintenance, 재가동 시점 미정	글로벌 제련능력 과잉 ▶ 정광 부족 ▶ Spot TC 하락으로 제련 지속 불가능. 비소 함량이 높은 복합정광 처리에 특화된 설비라 전략적 영향이 큼
2025	JX 구리제련 시스템·Saganoseki 중심 - 총 450kt/y	일본 / JX Advanced Metals	구리	수만 톤 규모 감산. 물리적 설비 폐쇄는 미확인	정광 구매조건과 TC/RC가 급격히 악화돼 기존 생산계획 유지가 어렵다고 발표. 정확한 감산량·설비별 배분은 비공개
2025.11	Onahama Smelter & Refinery - 기존 258kt/y급	일본 / Mitsubishi Materials	구리	부분 설비중단 및 자산 생산량 약 25% 축소	TC/RC 악화로 정광 기반 제련을 축소하고 재활용 원료 중심으로 전환. 그룹 차원에서 Naoshima 증산으로 일부 상쇄
2026.03	Onahama 정광 제련공정	일본 / Mitsubishi Materials	구리	정광 처리·제련공정 영구 철수 확정 (2026.03 결정 - 2027.03 시행 예정)	중국 제련소 경쟁과 TC/RC 급락으로 정광 제련 사업성 구조적 훼손. 전해 정련과 재활용·PGM은 운영 예정

자료: 상상인증권

글로벌 주요 아연, 연, 구리 광산 운영중단·폐쇄 내역

시점	광산, 자산	국가, 운영사	금속	유형	사유
2020.05	Skorpion	나미비아 · Vedanta	아연	유지관리	조업 중단 후 장기화
2023.07	Tara	아일랜드 · Boliden	아연·연	폐쇄	저가격 + 고에너지비용
2023.09	Jaguar	호주 · AERIS	아연	중단	저가격
2023.09	Aljustrel	포르투갈 · Almina	아연·연	중단	저가격 + 설비 개보수
2023.09*	Islay (Chungar)	페루 · Volcan	아연	중단	저가격
2023.09*	Rasp	호주 · Toho Zinc	아연	중단	저가격
2023.11	Ozernoye	러시아	아연	지연	화재
2023.11	Cobre Panamá	파나마 · First Quantum	구리	중단	정치·법적 분쟁
2023.11*	미들테네시 외 1곳	미국 · Nyrstar	아연	중단	저가격·인플레이
2024.04	San Martín	멕시코	아연	폐쇄	붕쇄
2024.04~2025.03	Volcan 3개 광산	페루 · Volcan	아연	중단	인허가 문제
2024.04~2025.03	Antamina	페루 · BHP/Glencore/Teck	아연	감산	광석 배합 변경
2024.10	Century	호주 · Sibanye	아연	차질	우기 + 산불로 파이프라인 손상
2024	Red Dog	미국 · Teck	아연	품위 저하	구조적 광석 품위 하락
2024	Black Mountain	남아공 · Vedanta	아연·연	사고·중단	사망사고, 수갱 고장
2024~	Gamsberg	남아공 · Vedanta	아연	차질	지반공학 문제·장비 가용성
2025.01	Kamoa-Kakula	DRC · Ivanhoe	구리	사고	지진·침수
2025.05	Nyrstar 호바트	호주 · Nyrstar	아연 (제련)	감산	마진 압축
2025.08	El Teniente	칠레 · Codelco	구리	사고	터널 붕괴, 6명 사망
2025.09	Grasberg	인도네시아 · Freeport	구리	사고	이류 80만 톤 유입
2026.04	Antamina	페루 · BHP/Glencore/Teck	아연	MIX 전환	구리 전용 광석 비중 23%→67%

* Kipushi(DRC·Ivanhoe) 2024년 50,307톤 ▶ 2026년 25만 톤 이상 랑프 업
* 사우디 Khashaibiyah(연 10.5만 톤) 2025.04 착공 ▶ 2027년 생산 목표

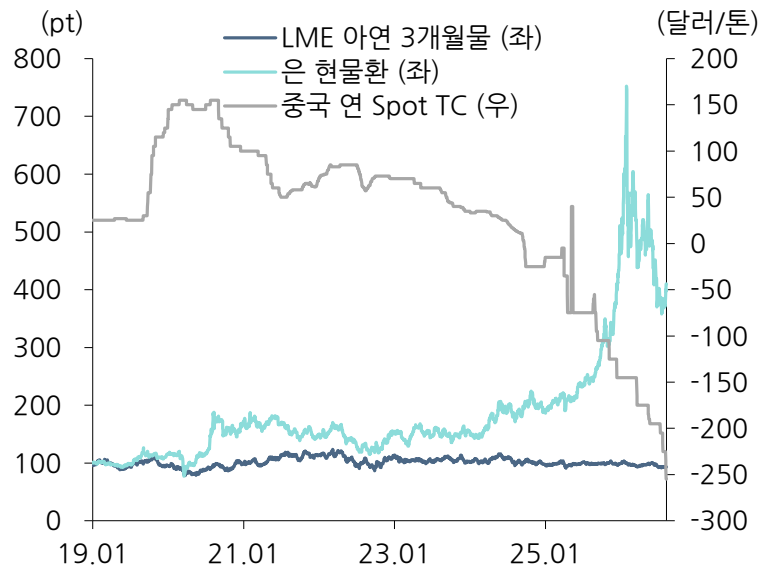
자료: 상상인증권

03 Strategic Assets

부산물 투자의 딜레마

- 부산물은 두 종류로 구분 가능. 금·은·황산 등 회수 인프라가 이미 구축된 품목은 추가 투자 없이 가격 상승분이 이익으로 직결. 이는 최근 제련 수수료 소멸 국면에서 서방 제련소의 실질적인 생존 기반으로 작동 중
- 회수 설비를 갖춘 제련소의 게르마늄 회수율은 60~70% 수준. 다만 아연광 내 게르마늄의 실질 회수 비율은 3~12%에 불과하며, 대부분은 Residue로 잔존. 서방의 미회수 잠재량은 부존량 부족보다 회수설비와 경제성의 제약에서 비롯
- 희소금속 투자는 본업 수익성 약화로 CAPEX 우선순위에서 밀려남. 기존 구축된 설비는 복제되기 어려운 진입장벽임

LME 아연 3개월물, 은 현물환, 중국 연 Spot TC



자료: Bloomberg, 상상인증권
주식: LME 아연 3개월물과 은 현물환은 2019년 1월 1일 기준 상대가격

아연 침출 잔류물로부터 게르마늄 회수 관련

However, germanium is an extremely scarce element, with an average abundance of only 1–2 ppm in the Earth's crust [8]. Global germanium reserves are estimated at around 10,800 tons, with Russia holding the largest share (6000–7000 tons), followed by the United States (2500 tons) and China (2333.5 tons) [9]. Germanium rarely occurs as a primary mineral deposit. Rather, germanium is typically found in trace or minor amounts, dispersed within gold, silver, copper, lead-zinc, and certain coal deposits [10]. In China, most germanium resources are associated with lignite (42%). The remaining resources are found in non-ferrous metal deposits, including lead-zinc ores (29%), bauxite (12.2%), copper (4%), and iron ore (3%) [11]. Therefore, lead-zinc smelting is a vital source of germanium, with ~35% of germanium derived from zinc ores [9]. During the smelting of lead-zinc ores, germanium is typically recovered as a by-product, often at concentrations several times higher than in the original sulfide ore concentrate. The conventional zinc hydrometallurgical process comprises roasting, leaching, and electrolysis. During oxidative roasting of zinc sulfide ores, germanium integrates into the zinc ferrite spinel structure in an isomorphous form and becomes enriched in the leaching residue [12]. Currently, germanium is mainly recovered from leaching residues through reduction-volatilization. In this process, germanium is volatilized into flue dust and collected as germanium-bearing zinc oxide dust [2], [13]. This dust is then leached and precipitated to produce a germanium concentrate. However, the overall recovery rate of germanium is typically only 60%–80% [10]. Therefore, achieving a high germanium volatilization rate from zinc leaching residue (ZLR) during the carbothermal reduction process is crucial for efficient germanium recovery.

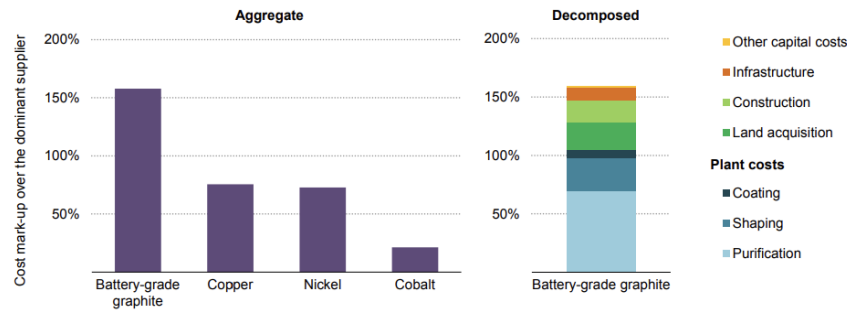
자료: ScienceDirect, 상상인증권

03 Strategic Assets

제련소는 ‘공장’이 아니라 ‘인프라’다.

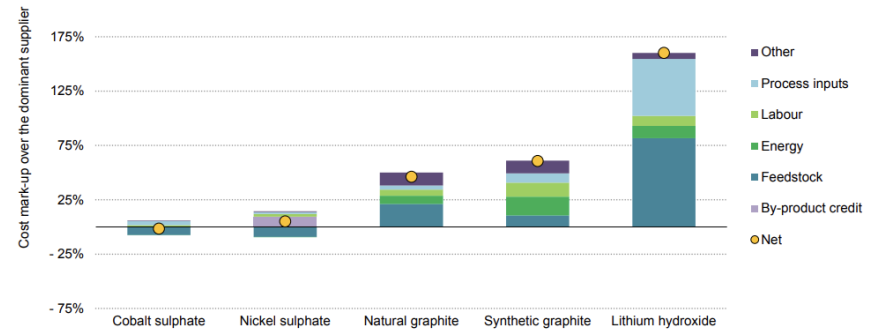
- 제련 수익성 악화와 중국의 공급 통제가 겹치며 제련 자산의 성격이 재정의를 받는다. 기존에는 정광을 사서 금속을 파는 가공 사업으로, 이익이 사라지면 폐쇄, 필요하면 증설 및 신규 투자를 진행할 수 있는 대체 가능한 가공 설비로 취급
- 그러나 인허가 및 투자에 수년의 시간이 소요된다는 점에서 실제 성격은 인프라에 가까움. 특히 다품종 회수 체계는 수십 년에 걸쳐 축적된 노하우임. 한 번 폐쇄되면 그 안에 내재된 희소금속 회수 잠재력도 함께 약화
- 주요국에서는 이를 국가 전략 인프라로 분류. 주요국의 지원수단이 단순 보조금을 넘어 지분 · 오프테이크 등으로 발전

주요 공급국 대비 나머지 국가의 광물 프로젝트 CAPEX 차이



* 핵심 광물 정제 프로젝트의 자본 비용은 시설 및 장비 비용으로 인해 주요 공급국 대비 타 지역에서 20~150% 이상 높음

주요 공급국 대비 나머지 국가의 OPEX 차이



* 비주류 공급국의 운영 비용은 주요 공급국 대비 50% 가량 높음. 이는 원료, 에너지, 공정 투입 비용으로 인한 차이

03 Strategic Assets

지원 수단의 발전, 주주이자 고객이 되는 정부

- 지원 형태가 ① 지분 투자, ② 오프테이크, ③ 양허성 금융으로 정착. 자금 제공과 함께 생산물과 소유권을 함께 확보
- 특정 전략자산의 확보를 목적으로 투자 단위가 '기업'에서 '시설(Asset)'로 구체화됨. 미국은 Nyrstar의 기존 자산 인수와 신규 통합 제련소 건설에 직접 개입. 캐나다는 Teck 그룹이 아닌 Trail 제련소 투자에 참여
- 기존 모금속 제련능력 존속과 희소금속 전환 투자를 동반 지원하기도 함. Wagerup(Ga 100t/연)의 사례가 대표적

주요국 핵심광물 투자 지원 내역

국가	정책·금융 수단	지원 내역 및 규모	의의	평가
미국	DPA Title III 보조금, CHIPS Act, DLA 비축·오프테이크, 정부·민간 지분투자	* 고려아연 테네시 제련소: 총사업비 \$7.4bn, 국방부 조건부 투자 \$1.4bn, 상무부 보조금 \$210mn. Nyrstar 기존 제련소·광산 인수 후 13개 금속 생산* 5N개 핵심광물의 미국 내 생산능력 Plus \$18.1mn, Umicore \$11.8mn	Zn·Pb·Cu뿐 아니라 Ge·Ga·In·Sb 등 11개 핵심광물의 미국 내 생산능력	개별 공정 보조를 넘어 기존 자산 인수·신규 통합제련소 건설에 정부가 직접 참여. 국방 공급망 논리가 가장 강함
캐나다	Canada Critical Minerals Accelerator, 성장기금의 시설 단위 지분성 투자, EDC 금융, 오프테이크	* Teck Trail: CGF 최대 C\$400mn, Teck 총투자 최대 C\$850mn. Ge·Sb 생산능력 2배 및 Ga 신규 생산 추진	캐나다 유일 Ge 생산 제련소 유지와 향후 Ge·Sb·Ga 물량에 대한 정부 오프테이크 권리	C\$2bn 전용 프로그램의 첫 거래. 기업 전체가 아니라 특정 제련시설에 투자한다는 점에서 전략자산 확보 성격이 명확
EU	CRMA 전략 프로젝트 지정, 인허가 단축, EIB 용자, 회원국 보조금·세제지원	* Metlen Aluminium of Greece: 총투자 약 €300mn, EIB 용자 €90mn, 갈륨 50t/년 생산 추진	역내 최초 대규모 Ga 생산과 기존 보크사이트·알루미늄 밸류체인 유지	전략 프로젝트 지정 ▶ 인허가 ▶ 정책금융을 결합. 개별기업 구제보다 역내 가공비중 확대가 목적
호주	연방·주정부 운영지원, 조건부 보조금, 양허성 지분투자, 오프테이크	* Mount Isa·Townsville: 3년간 최대 A\$600mn * Nyrstar Port Pirie·Hobart: 2025년 A\$135mn + 2026년 A\$105mn, 누적 A\$240mn * Wagerup Ga: 양허성 지분금융 최대 US\$200mn	Cu·Pb·Zn 제련능력 존속과 Sb·Ge·In 신규 회수. Wagerup은 Ga 100t/년, 세계 수요 약 10%	단순 구제금융에서 기존 제련소 존속과 희소금속 전환투자를 연계하는 방식으로 발전
일본	JOGMEC 비축, 해외 프로젝트 지분·JV, 채무보증, 장기 오프테이크	Wagerup Ga: JOGMEC·Sojitz가 JAGA 설립 후 Alcoa와 공동 투자. 일본이 초기 프로젝트 비용의 50% 지원, 생산량 일부 일본 공급	해외 제련소에 직접 투자하면서 일본향 공급권을 사전 확보	2010년 히토류 사태 이후 가장 체계적인 모델. 국내 생산보다 해외 자산 지분 + 오프테이크에 집중
한국	국가자원안보특별법, 핵심광물 비축, 해외자원개발 용자, 재자원화 R·D·보조금	10대 전략 핵심광물 재자원화율 2030년 20% 목표. 2026년 재자원화 산업지원 38억원 신설	공급충격 대응과 폐배터리·스크랩 기반 원료 내재화	아직 국내 제련자산에 대한 시설 단위 지분투자·오프테이크 사례는 제한적. 세계적 제련기반을 보유한 만큼 부산물 회수설비 지원이 가장 빠른 공급확대 경로

자료: 상상인증권

03 Strategic Assets

① 미국, 정부의 직접 투자로 주주가 된다.

- 고려아연의 테네시 프로젝트(\$7.4bn)는 미국의 대표적인 핵심광물 투자 사례. Nyrstar의 기존 제련소 및 광산 부지 위 통합 제련소를 건설할 계획. 국방부 조건부 투자 \$1.4bn과 상무부 지분투자 \$210mn 확보
- 단순하게 아연, 연, 구리 생산능력 확보에 그치지 않고, 게르마늄(Ge), 갈륨(Ga), 인듐(In), 안티모니(Sb) 등 핵심광물의 미국 내 생산기반도 마련 가능. 이는 모금속 제련 없이는 부산물 회수가 성립하지 않는 구조를 정책으로 반영
- 5N Plus(\$18.1mn), Umicore(\$11.8mn) 등 프로젝트에는 DPA Title III 자금이 정제·처리 설비에 직접 투입

고려아연 미국 현지 통합 제련소 투자 개요

- 프로젝트: **Project Crucible**(이하 "Crucible")
- 투자 목적
 - 50년 이상 축적된 비철금속 제련 분야의 독보적인 기술력과 글로벌 시장 리더십을 기반으로, **세계 최고 수준의 온산 제련소 운영 모델을 약 50% 규모로 미국 내에 재현**
 - 미국의 탈중국 공급망 구축 기조 속, 신뢰 가능한 제련 파트너로서 전략적 생산 거점을 확보
- 생산 개요: 비철금속 3종(535k), 귀금속 2종(1k) 희소광물 8종(5.1k) 등
- 투자 금액: **\$ 7.4bn**(금융비용 포함) * '26~'29년 말까지 단계적 집행
- 투자 구조 * 별첨 세부자료 참고
- 예상 수익성(avg '30~50년): EBITDA 마진 약 17~19% 수준

자료: 고려아연

5N Plus, Umicore DPA Title III 지원 세부사항

구분	5N Plus	Umicore Optical Materials USA
지원 규모	US\$18.1mn	US\$11.8mn
수혜 법인	5N Plus Semiconductors LLC	Umicore Optical Materials USA Inc.
모회사	5N Plus Inc.-캐나다	Umicore SA-벨기에
설비 위치	St. George, Utah	Quapaw, Oklahoma
지원 결정일	2025년 12월 15일	2026년 01월 30일
지원 형태	회사가 명시적으로 Grant로 표현	정부 발표상 DPA Title III Investment /Award. 세부 계약형태 미공개
프로젝트 대상	게르마늄 재활용·금속 정제설비	광학용 핵심소재 처리설비
공정	산업 잔재·광산 부산물에서 Ge 회수 ▶ 고순도 Ge 금속 정제 ▶ 결정 성장공정에 공급	미국 내 신규 소재 처리능력 구축. 구체 공정·장비는 비공개
생산능력 변화	Ge 존 정련(Zone refining) 능력 7배 확대, 최종 연 20톤 이상	생산능력 수치 미공개
사업기간	향후 48개월에 걸쳐 단계적 증설	미공개

자료: 상상인증권

03 Strategic Assets

DPA Title III 지원 세부사항

시점	업체·프로젝트	지역	규모	광물	지원 당시 단계	사용처
2022-2024	Perpetua Resources (Stibnite)	미국 아이다호	최대 \$59.4mn	안티모니(Sb)	인허가·건설 준비	2022년 \$24.8mn에 2024년 조건부 \$34.6mn 추가. 환경 기초조사, NEPA 인허가, 기술연구, 엔지니어링 및 건설준비 비용 지원
2023	Albemarle (Kings Mountain)	미국 노스캐롤라이나	\$90.0mn	리튬(Li)	휴광산 재개발	Kings Mountain 리튬광산 재가동 지원. 세부 지출항목은 비공개이나 광산 개발·재가동 관련 비용에 지정
2023	Graphite One (Graphite Creek)	알래스카-워싱턴	\$37.5mn	천연흑연	타당성조사	광산, 음극활물질 공장 및 재활용 시설을 포함한 통합 사업의 FS를 약 1년 단축
2023	Talon Nickel (Tamarack)	미국 미네소타	\$20.6mn	니켈(Ni)	탐사·자원량 확정	지구물리 탐사, 시추 대상 선정 및 광물자원 범위·품위 확인
2024	South32 (Hermosa)	미국 애리조나	\$20.0mn	배터리급 망간(Mn)	개발 가속	프로젝트 개발 일정과 광석 생산 준비를 가속. 세부 지출항목은 비공개
2024	Fortune Minerals (NICO)	캐나다 NWT·앨버타	\$6.4mn	코발트(Co)·비스무트(Bi)	FS·인허가	광산·선광장 및 계획 중인 습식제련소의 타당성조사, 야금시험, 잔여 인허가 및 건설의사결정 자료 확보
2024	Lomiko Metals (La Loutre)	캐나다 퀘벡	\$8.3mn	천연흑연	PFS·제품 검증	예비타당성조사, 구형흑연 제조·배터리 시험, 고부가 가치 제품 연구 및 DFS 준비
2024	Fireweed Metals (Mactung)	캐나다 유콘·NWT	\$15.8mn	텅스텐(W)	FS·인허가·FID 준비	광산 설계 최적화, 지반조사, 야금시험, 신규 FS, 환경 조사 및 허가
2025	NioCorp (Elk Creek)	미국 네브래스카	\$10.0mn	스칸듐(Sc)·니오븀(Nb)·티타늄(Ti)	FS·시추·제품 인증	추가 매장량 시추, FS 엔지니어링, 비용 재산정 및 방산업체와의 AI-Sc 합금 적용·인증
2025	Golden Metal Resources (Pilot Mountain)	미국 네바다	\$6.2mn	텅스텐(W)	PFS	야금시험, 엔지니어링, 환경평가·기술조사 및 예비타당성조사

자료: 상상인증권

② EU, 인허가와 정책 금융의 결합

- CRMA는 2030년 역내 채굴 10% · 가공 40% · 재활용 25% 및 단일 3국 의존도 65% 상한이라는 정량적 목표를 법제화함. 2025년 3월 회원국 47개 전략 프로젝트(€22.5bn)가 선정됨. 목표를 먼저 세우고 프로젝트를 진행하는 방식
- 전략 프로젝트의 지정의 혜택은 실질적으로 인허가 기간 단축. 채굴 27개월, 가공 및 재활용 15개월로 법정 시한 설정됨. 2025년 12월 RESourceEU 실행 계획으로 자금 지원, 생산 가능한 프로젝트에 12개월 간 동원할 자금 약 €3bn 배정
- **공극적 목표는 의존도 감축의 정량화. 배터리 · 희토류 등 밸류체인 전반의 의존도를 2029년까지 최대 50%로 낮출 계획**
Critical Raw Materials Act (CRMA) 목표 · 인허가 · 금융 구조 RESourceEU 주요 정책수단

정책 단계	기준	주요 내용
2030년 역내 채굴	EU 소비량의 10%	EU 역내 광산 생산능력 목표
2030년 역내 가공	40%	정제·제련·소재가공 능력 목표
2030년 역내 재활용	25%	폐기물·스크랩 기반 회수능력 목표
단일 제3국 의존도	65% 이하	개별 전략원료의 관련 가공 단계별 상한
채굴 프로젝트 인허가	최대 27개월	전략 프로젝트에 적용되는 법정 처리 시한
가공·재활용 인허가	최대 15개월	제련·정제·재활용 프로젝트 법정 처리 시한
EU 역내 전략 프로젝트	47개· € 22.5bn	2025년 3월 선정. € 22.5bn은 전체 프로젝트의 추정 자본투자 소요액
단기 가동 프로젝트 자금수요	€ 2.15bn	RESourceEU 우선 프로젝트의 CAPEX·OPEX 조달 필요액. 정부지원 배정액이 아님
향후 12개월 EU 자금동원	약 € 3bn	InvestEU·Innovation Fund·EIB·Battery Booster 등 기존 수단을 결합해 지원

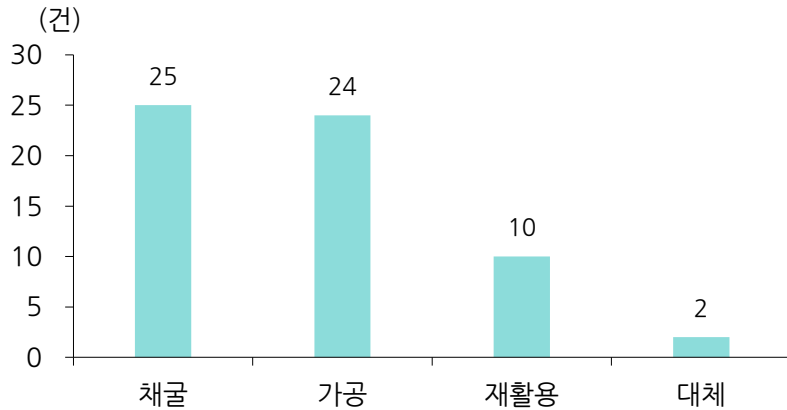
정책축	주요 내용	일정
European CRM Centre	공급망 정보수집, 프로젝트 모니터링, 금융 조정, 공동구매·비축 총괄	2026년 설립 추진
CRM Financing Hub	EIB·EBRD·InvestEU·Innovation Fund 등 분산된 금융수단 통합	향후 12개월 € 3bn 동원 목표
프로젝트 가속	2029년 이전 가동 가능한 프로젝트 우선 지원	필요자금 € 2.15bn
수요 집약·공동구매	EU 기업 수요를 모아 공급업체와 매칭하고 오프테이크 체결 지원	2026년 4월 첫 다변화 라운드 개시
전략비축	회원국 비축을 EU 차원에서 조정하고 구매·보관·방출 기준 마련	2026년 비축 파일럿 추진
가격·오프테이크 지원	장기구매계약, 차액계약 등 가격위험 완화수단 검토	2026년 신규 금융방식 추진
재활용 원료 역내 유지	영구자석·알루미늄 스크랩 수출 제한, 구리 스크랩 조치 검토	2026년 순차 추진
블랙매스 관리	폐배터리·블랙매스를 유해폐기물로 분류해 비OECD 수출 제한	2026년 9월 시행 예정
대외 공급망	15개 전략 파트너국과 프로젝트·인프라·오프테이크 연계	약 60개 프로젝트 파이프라인 발굴
투자·시장 보호	외국인투자 심사 강화, 공급망 스트레스테스트, 비시장적 가격행위 대응	단계별 시행

자료: European Commission, 상상인증권

자료: European Commission, 상상인증권

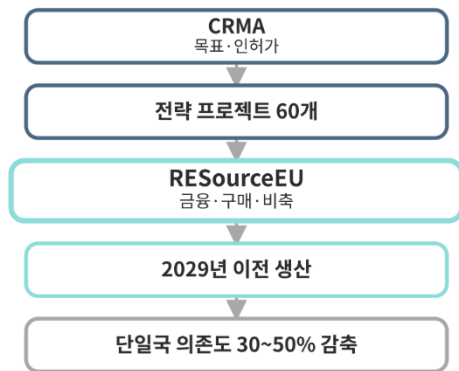
03 Strategic Assets

EU 역내 CRMA 전략 프로젝트의 밸류체인 분포



자료: European Commission, 상상인증권

EU 핵심광물 정책의 실행 구조



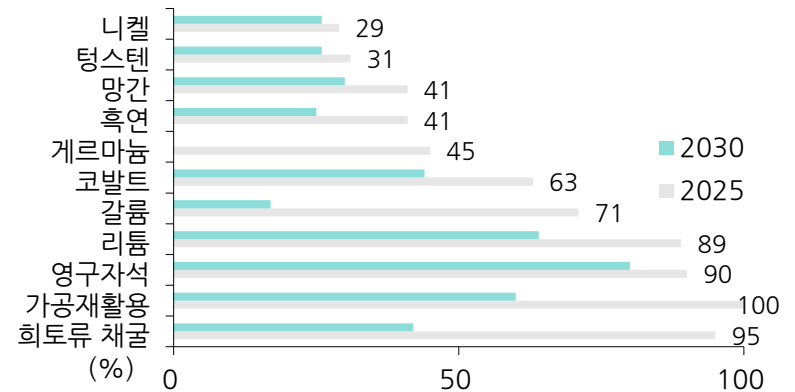
자료: European Commission, 상상인증권

CRMA · RESourceEU의 차이

구분	CRMA	RESourceEU
성격	EU 규정·법적 프레임워크	실행계획·정책 패키지
발표	2024년 시행	2025년 12월 발표
기능	2030년 공급목표 설정, 전략 프로젝트 지정, 인허가 단축	프로젝트 금융, 오프테이크, 공동구매, 비축, 재활용 및 대외협력
목표 시점	2030년 구조적 목표	2029년 이전 가동 가능한 프로젝트 우선 지원
대상 프로젝트	전략 프로젝트 60개: EU 47개+제3국 13개	60개 중 단기간 생산 가능한 프로젝트와 기타 성숙 프로젝트 선별
금융지원	전략 프로젝트의 금융 접근 지원	EIB·InvestEU·Innovation Fund 등을 동원해 12개월간 약 € 3bn 지원 목표
정책 목표	단일 제3국 의존도 65% 이하	배터리·희토류·방산 원료 의존도를 2029년까지 30~50% 감축

자료: European Commission, 상상인증권

RESourceEU 프로젝트 시행에 따른 단일 제3국 의존도 전망



자료: European Commission, 상상인증권

③ 호주, 브리지 지원을 설비 현대화·희소금속 회수·정책금융으로 연결

- 호주는 Mount Isa-Townsville 동 제련·정련시설에 최대 A\$600mn, Nyrstar의 Port Pirie·Hobart 납·아연 가공시설에 두 차례 A\$240mn을 약정해 핵심 모금속 가공기반의 폐쇄를 방지
- Nyrstar 지원은 운영손실 보전에 그치지 않고 대정비·용광로·부두 투자, PFS·FS 및 Sb·Bi·Ge·In 회수사업과 연계됨. Port Pirie에서는 2026년 2월 호주산 상업등급 안티모니가 출하 시작되기도 함
- Wagerup에서는 기존 알루미나 공정에 갈륨 회수시설을 추가, 정부가 최대 US\$200mn의 양허성 금융과 오프테이크를 제공

호주 정부, 핵심광물 지원 및 투자 내용

발표	대상 자산	정부 지원 규모	지원 내용	희소금속 전환	현황
2025.1	Glencore Mount Isa 동 제련소·Townsville 동 정련소	최대 A\$600mn	연간 최대 A\$200mn씩 3년. Transformation Study 및 중간 심사조 건과 연계된 브리지 지원. 퀸즐랜드 정부 자금 일부는 제련소 운영에 필요한 자본 설비에 투입	직접적인 Sb-Ge-In 회수사업은 발표되지 않음. 동 밸류체인과 지역 산업의 장기 전환방안 조사	3년간 운영을 유지하되, 전액 집행이 확정된 것은 아님. Mount Isa는 호주 동 제련능력의 약 절반을 담당 호주 정부
2025.8	Nyrstar Port Pirie·Hobart	A\$135mn	연방 A\$57.5mn, South Australia A\$55mn, Tasmania A\$22.5mn. 운영 유지, 설비 신뢰성, 정비, 엔지니어링과 희소금속 FS를 동시에 지원	Port Pirie: Sb-Bi 중심, Te 가능성 검토. Hobart: Ge-In 가능성 검토. Port Pirie Sb 파일럿을 우선 추진	단순 운영비가 아니라 Port Pirie 대정비, Hobart 용광로·부두 투자까지 포함 호주 정부
2026.6	Nyrstar Port Pirie·Hobart	추가 A\$105mn	2026년 운영을 유지하면서 PFS 완료, 후속 FS 진행, 유지보수·설비 신뢰성 투자 지속	Sb 상업생산 확대와 기타 희소금속 생산을 위한 현대화 범위·투자비 구체화	두 차례 지원 합계 A\$240mn. 장기 대규모 개조투자는 아직 최종 투자결정 전 호주 정부, Nyrstar
2025.10~2026.7	Alcoa Wagerup 알루미나 정련소 갈륨 회수시설	호주정부 최대 US\$200mn	EFA의 양허성 지분금융과 정부 오프테이크 권리. 미국정부도 지분·오프테이크 참여, 일본과 Alcoa도 공동투자. 총사업비는 공개되지 않음	기존 보크사이트·알루미나 정련공정에서 부산물 Ga 회수. 연 100톤, 세계 수요 약 10%	2026년 7월 FID 완료. 부지 준비와 인허가 후 건설 착수 예정 EFA 2025년 금융약정, EFA 2026년 FID

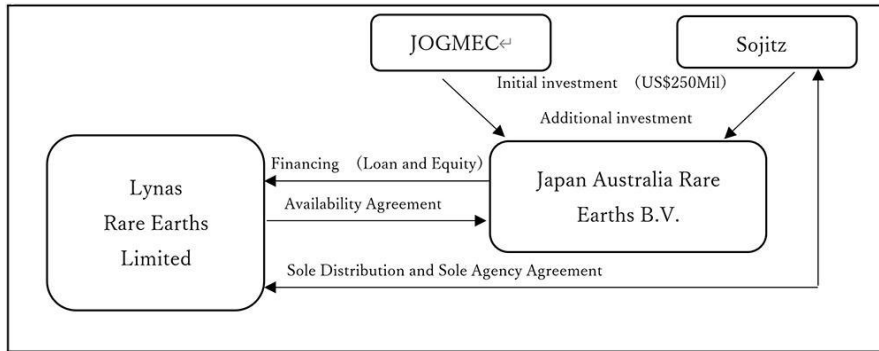
자료: 상상인증권

03 Strategic Assets

④ 해외 프로젝트에 공급권을 확보한 일본, 한국은 비축 및 재자원화 중심

- 일본은 JOGMEC의 공공자본과 상사의 오프테이크를 결합해 해외 공급권을 확보. Wagerup 갈륨 사업도 JAGA가 지분 투자에 참여하고 소지쓰가 생산물 일부의 일본 공급을 담당. 이는 희토류 사태 이후 구축된 일본의 전형적 자원 확보 방식
- 한국은 비축·재자원화 중심으로 대응. 국내생산 불가 품목은 비축품목을 24종에서 29종으로, 비축물량을 최대 180일에서 365일로 대폭 확대. 2030년 재자원화율 20%와 2026년 시설·장비 지원 38억원을 추진. 고려아연·LS MnM이 이미 세계적 제련·부산물 회수 역량을 보유한 반면, 시설별 정책금융·장기 공급 연계는 아직 제한적

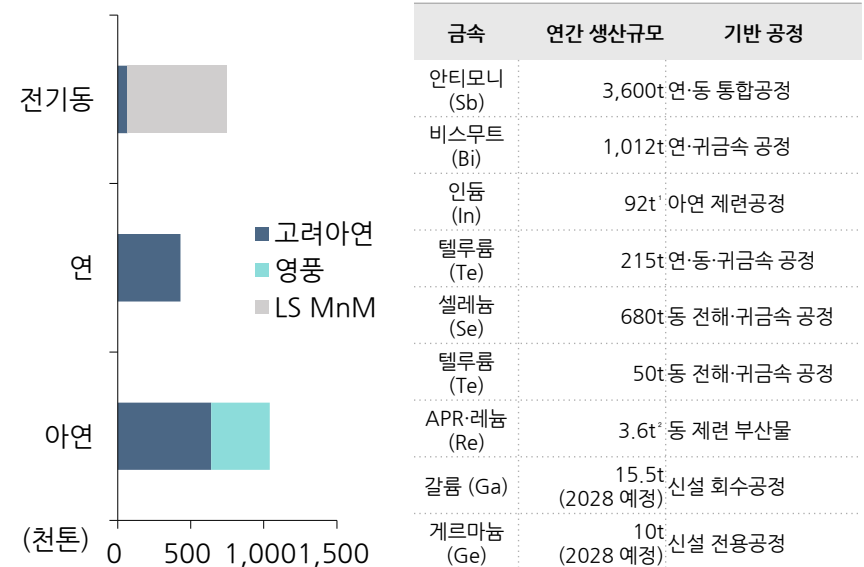
JARE, Lynas 공식 투자·공급 구조도



+ JARE는 2011년 Lynas에 \$250mn을 대출·출자하고 일본 판매권을 확보했으며, 2023년 \$200mn 추가출자와 함께 Dy·Tb 생산량의 최대 65%를 일본 공급으로 연결

자료: JOGMEC

국내 비철금속 및 희소금속 제련능력 및 생산규모



자료: 각 사, 상상인증권

희토류 지원 모델과의 차이점

- 희토류는 가격하한을 중심으로 지분·오프테이크를 결합, Ga·Ge·In 프로젝트는 회수설비와 물량 확보에 집중 지원
- MP Materials 계약의 주된 특징은 CfD형 가격 보호, 美 정부가 NdPr 제품에 \$110/kg 하한을 10년간 적용. 또한 지분 투자, 대출, 10X 자석 전량 오프테이크 계약 확보. 핵심 수익원인 NdPr 가격을 지지해 투자의 경제성을 확보
- Ga·Ge·In 은 주로 알루미늄·아연·연 공정에서 회수되는 부산물. 공급량은 모금속 처리량, 원료 품위, 회수율에 따라 결정됨. 따라서 Teck·Metlen·고려아연 지원은 상대적으로 설비투자과 오프테이크에 집중됨

미국 전쟁부, Mp Materials 지원 내역

A Transformational Public-Private Partnership

The DoD is making a multi-billion-dollar commitment to accelerate American rare earth supply chain independence

DoD Investment & Strategic Capital

\$400M Convertible Preferred Equity

- Fixed conversion at \$30.03¹
- 7% annual PIK liquidation preference

Warrant

- Exercisable for 10-year period at \$30.03¹
- Increases underlying as-converted, as-exercised DoD ownership to 15.0% pre-close

\$150M loan

- To expand HREE separation capabilities
- 12-year duration
- Fixed rate at T+100

NdPr Price Floor Commitment

\$110/kg NdPr price floor

- DoD will pay MP the difference between \$110/kg and the market price
- Applies to all NdPr products (oxide, metal, concentrate)
- Ability to realize on sold, stockpiled and/or internally consumed products

Shared upside

- Once 10X facility achieves target capacity, DoD receives 30% of upside above \$110/kg

10-year term beginning in Q4 2025

"10X" Magnet Manufacturing Expansion

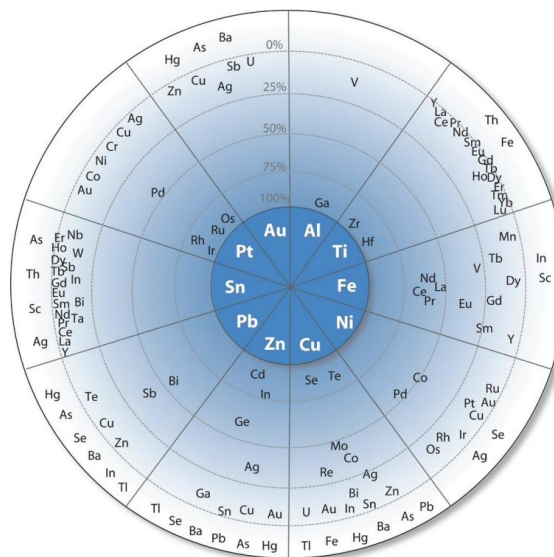
MP to construct new "10X" facility

- 10X + Independence expansion will target 10,000 MT of annual capacity
- 100% DoD offtake commitment for defense consumption and commercial syndication
- Cost-plus pricing with a \$140M minimum EBITDA guarantee (2.0% annual escalator)

Shared upside on 10X facility

- DoD receives first \$30M of upside above \$140M EBITDA; 50/50 split with MP beyond \$170M EBITDA

10-year term beginning at 10X commissioning



자료: MP Materials

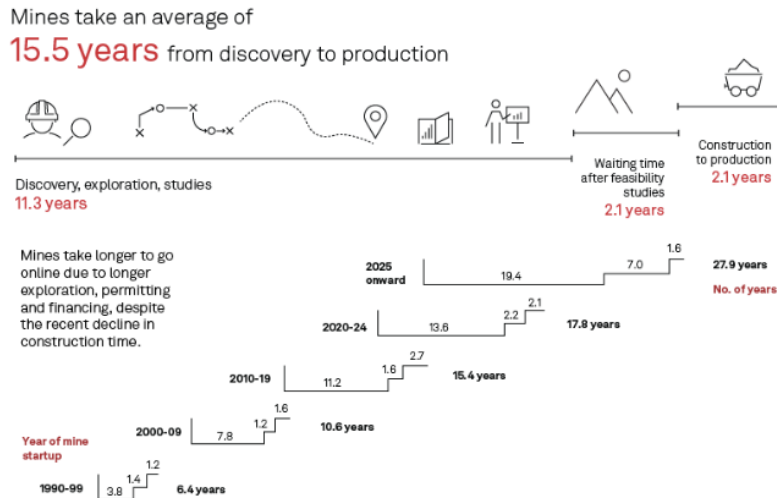
자료: U.S. Department of the Interior

03 Strategic Assets

기존 제련소 기반 투자는 분명한 강점

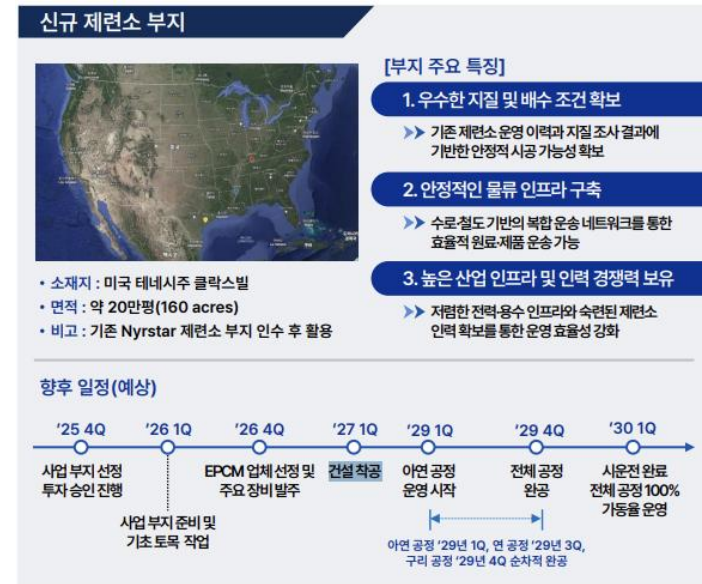
- Ga·Ge·In 회수설비는 기존 원료·인허가·전력·물류를 활용해 투자결정 후 약 2~4년 내 초도 공급을 가시화할 수 있음.
탐사부터 시작하는 신규 광산-분리정제 체인 대비 공급 내재화에 빠른 기여 가능할 전망
- 실제로 Metlen은 2025년 FID 이후 2027년 갈륨 생산 개시·2028년 완전가동을 계획하고, 고려아연의 국내 Ga·Ge 공장도 2025년 투자 결정 후 2028년 상반기 가동 목표. 신규 광산의 발견부터 생산까지 걸리는 평균 16~18년과 대비
- 고려아연 역시 인수한 Nyrstar 광산·제련소 부지와 전력·물류·인력을 활용해 2026년 부지공사, 2029년 생산 개시 목표

광물 발견부터 생산까지 평균 15.5년 소요



자료: S&P Global

고려아연 미국 통합제련소 투자 일정



자료: 고려아연

희토류에 가려졌지만, 부산물 역시 전략 자원

- 서방의 핵심광물 공급 내재화 과정에서 희소금속(Ge·Ga·In)과 희토류 산업은 전환점에 진입. **희토류는 가격 하한을 통해 하방을 계약으로 방어받은 만큼, 표면적으로는 증산 투자의 경제성을 먼저 확보한 것으로 보임**
- 다만 Ge·Ga·W 등 희소금속에서는 가격 하한 없이도 중국 내수와 역외 가격이 이미 벌어진 상태. 통제 체계의 존재만으로 안보 프리미엄이 용인되며, 지역간 이중 가격이 현지 생산능력 확보의 직접적 유인으로 작동
- 비중국 정제 프로젝트는 주요 공급국 대비 CAPEX가 20~150% 이상, OPEX가 약 50% 높아 원가 열위가 명확. 그러나 **이중 가격이 그 격차를 흡수하고 정책자본이 초기 투자 문턱을 낮추는 조합이 성립하는 국면이며, 기존 제련 자산을 활용할 수 있는 사업자에게 유인이 집중**

희소금속 vs 희토류 정책 지원 방식 및 사례 비교

구분	기업·자산	정책 지원	정부 지원	정부 이점	경제성 반영
Ga·Ge·In 등 희소금속	Teck Trail	CGF·캐나다 정부	최대 C\$400mn 지분 투자 / 총사업 C\$850mn	향후 Ge·Sb·Ga 생산량 일부 오프테이크	증설 이후 생산능력 확대
	고려아연 Tennessee	美 DoW·상무부	미 정부·금융기관 차입 \$4.7bn, CHIPS \$0.21bn / 총투자 \$7.4bn	지분·워런트, 핵심광물 공급 우선접근권	2029년 단계 가동 이후
희토류	MP Materials	美 DoW	NdPr \$110/kg 하한 10년, \$400mn 지분투자, \$150mn 대출	최대 15% 상당 지분, 10X 생산량 100% 구매보장	2025 Q4~ 가격보전금 손익 반영
	Lynas	JOGMEC·Sojitz	2011년 US\$250mn, 2023년 A\$200mn 추가 투자	日 독점 판매망, Mt Weld산 Dy·Tb 최대 65% 공급	장기 금융·판매처 확보

자료: 상상인증권

03 Strategic Assets

비철·희토류 업종 Valuation Table

(십억달러)		한국 고려아연 원	한국 LS 원	캐나다 Teck CAD	일본 SUMITOMO JPY	미국 MP Materials USD	호주 Lynas AUD
	주가 시가총액	1,219,000 25444B	343,500 10717B	90.0 44143.7M	9,893.0 2877B	58.5 10420.7M	16.5 16607.3M
매출액	24	8.8	20.2	6.6	10.5	0.2	0.3
	25	11.7	22.4	7.7	11.6	0.2	0.4
	26E	17.1	28.7	10.7	13.1	0.5	0.4
	27E	16.3	31.0	10.6	13.2	0.8	0.7
영업이익	24	0.5	0.8	0.8	0.6	-0.2	0.0
	25	0.9	0.7	1.5	1.3	-0.1	0.0
	26E	1.7	1.3	4.0	1.1	-0.1	0.0
	27E	1.6	1.5	3.7	1.1	0.2	0.2
세전이익	24	0.2	0.4	0.2	0.9	-0.1	0.1
	25	0.7	0.5	1.0	1.8	-0.1	0.0
	26E	1.3	1.0	3.5	1.9	0.0	0.0
	27E	1.3	1.2	3.2	1.9	0.2	0.2
순이익	24	0.1	0.2	0.3	0.1	-0.1	0.1
	25	0.5	0.2	1.0	1.2	-0.1	0.0
	26E	0.9	0.5	1.9	1.4	0.0	0.0
	27E	0.9	0.6	1.7	1.4	0.2	0.2
PER (X)	24	109.1	10.9	1,669.9	10.5	-	65.6
	25	35.4	20.3	31.2	10.8	-	1,012.9
	26E	17.0	16.1	15.5	13.1	769.9	64.5
	27E	17.0	13.5	18.1	13.2	59.1	27.1
PBR (X)	24	2.8	0.6	1.1	1.0	2.4	2.5
	25	2.5	1.3	1.3	3.4	4.5	3.4
	26E	1.9	2.0	1.5	5.1	5.3	4.6
	27E	1.8	1.7	1.4	5.2	6.5	4.0
EV/EBITD (X)	24	23.1	7.4	16.6	27.2	-	40.9
	25	17.0	10.6	8.2	13.1	-	69.6
	26E	10.3	10.1	5.8	14.0	67.2	37.8
	27E	10.4	8.8	6.1	13.5	26.3	17.3

자료: 상상인증권

PART 04

기업분석

고려아연 AI·인프라 희소금속 잠재력을 고려

Teck Resources 가격 효과와 생산량 정상화

MP Materials 실적은 순항 중, HREE로의 확장

Lynas Rare Earths LTD HREE 생산 판매 가속

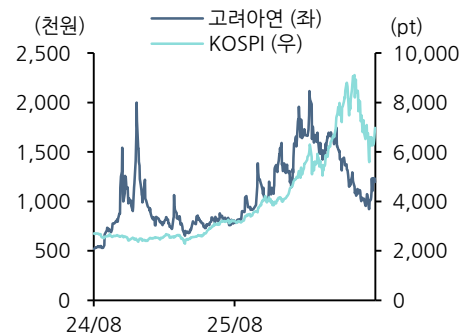
BUY 신규

목표주가 신규	1,530,000원
종가(26.08.17)	1,219,000원
상승여력	25.5%

Stock Data

KOSPI (08/17)	6,869.8pt
시가총액	249,641억원
액면가	5,000원
52주 최고가	2,115,000원
52주 최저가	782,000원
외국인지분율	27.8%
90일 일평균거래대금	271억원
주요주주지분율	
와이피씨 (외 16인)	41.1%
유동주식비율	45.9%

Stock Price



AI·인프라 희소금속 잠재력을 고려

투자의견 BUY, 목표주가 1,530,000원 제시하며 커버리지 개시

- SOTP Valuation을 통해 별도, Project Crucible 사업가치, 자회사 지분가치를 목표주가에 반영
- 별도 사업가치는 2026년 EBITDA 추정치 2.5조원에 글로벌 Peer 평균 EV/EBITDA 10.6배를 적용한 26.5조원으로 평가. Project Crucible은 2031년 EBITDA 추정치 1.1조원에 글로벌 Peer EV/EBITDA를 적용한 뒤, WACC 9.4%로 할인하여 7.6조원의 사업가치를 반영

귀금속 우려에도 환율·구리·희소금속 덕분에 선방한 2분기

- 2Q26 연결 영업이익은 5,870억원을 기록하며 컨센서스(5,949억원)에 부합. 귀금속 가격 급락에도 별도 영업이익은 5,890억원(OPM 14.6%)으로 견조한 이익 지속
- 한편 희소금속은 매출액 970억원, 매출총이익 760억원(GPM 78.5%) 기록하며 견조한 실적 기록. 한편 게르마늄(Ge) 상업화 일정은 조기화. 2026년 8월 Crude Ge Oxide 조기 생산 후, 내년 1분기부터 본격 판매 예정. 2027년 말 고순도 Ge 판매 개시를 목표로 함

Financial Data

	매출액 (십억원)	영업이익 (십억원)	순이익 (십억원)	EPS (원)	PER (배)	EV/EBITDA (배)	PBR (배)	ROE (%)	배당수익률 (%)
2024	12,053	723	191	9,222	109.1	23.1	2.8	2.3	2024
2025	16,588	1,232	775	37,130	35.4	17.0	2.5	8.5	2025
2026E	24,113	2,342	1,326	65,033	18.7	11.1	2.1	11.6	2026E
2027E	23,091	2,248	1,327	65,086	18.7	11.3	2.0	10.8	2027E
2028E	23,772	2,706	1,678	82,298	14.8	9.5	1.8	12.5	2028E

자료 : K-IFRS연결기준,상상인증권

투자의견 BUY 목표주가 1,530,000원 제시하며 커버리지 개시

- SOTP Valuation을 통해 별도, Crudible 사업가치와 자회사 지분가치를 목표주가에 반영
- 별도 사업가치는 2026년 EBITDA 추정치 2.5조원에 글로벌 Peer 평균 EV/EBITDA 10.6배를 적용한 26.5조원으로 평가. Project Crucible은 2031년 EBITDA 추정치 1.1조원에 글로벌 Peer EV/EBITDA를 적용한 뒤, WACC 9.4%로 할인하여 7.6조원의 사업가치를 반영

고려아연 Valuation: EV/EBITDA Model

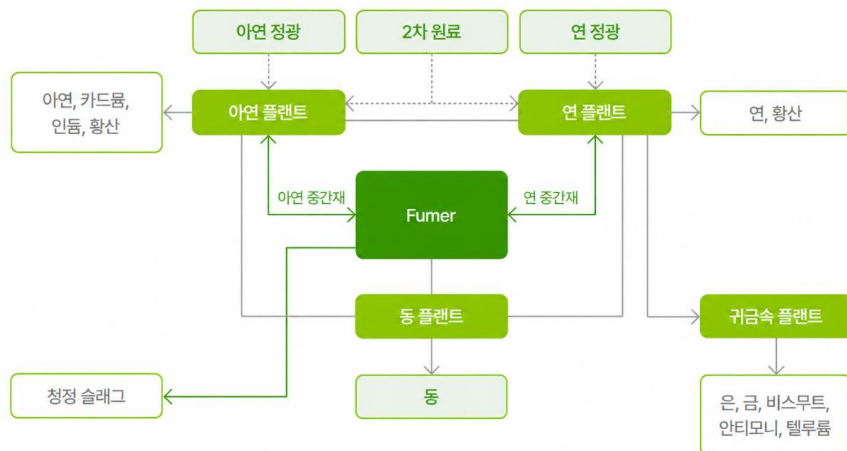
항목	기업가치 (십억원)	EBITDA (십억원)	EV/EBITDA (배)	장부가치 (십억원)	지분율 (%)	할인율 (%)	비고
사업가치 (A)	34,180						
상장 별도	26,556	2,505	10.6				2026년 예상 EBITDA 및 글로벌 Peer EV/EBITDA 평균 적용
Crucible	7,624	1,127	10.6				9.42031년 예상 EBITDA 및 글로벌 Peer EV/EBITDA 평균, WACC 9.4% 적용
지분가치 (B)	1,826						
비상장기업 KG트레이딩	54			77	50.0		30장부가치 30% 할인 후 산출
SMC	888			1,269	100.0		30
스틸사이클	62			89	100.0		30
KEMCO	118			169	73.4		30
캐이젬	118			168	100.0		30
PedalPoint	585			836	100.0		30
순차입금 (C)	4,873						2026년 별도기준 예상 순차입금 반영
총사업가치 (D)	31,133						(D) = (A) + (B) - (C)
유통주식수 (E)	20,393,232						
적정주가 (원)	1,526,642						
목표주가 (원)	1,530,000						
현재주가 (원)	1,196,000						
상승여력 (%)	27.9						

자료: 상상인증권 추정치

통합 공정으로부터 시작되는 제련·정제 경쟁력

- 통합 공정은 아연·연·동을 한 공정에서 생산하는 방식이 아니라, 각 제련 공정의 부산물·잔재를 서로의 원료로 재투입해 유가금속을 반복 회수하는 순환형 제련 구조. 각 공정의 잔재는 최종적으로는 유가금속이 제거된 청정 슬래그로 걸러짐
- DRS(Direct Reduction Smelting)는 산화·환원을 연계해 조연과 슬래그를 생성하고, 전해정련 과정에서 연(Pb)과 귀금속, 희소금속을 분리하는 핵심 공정. TLS(Top Submerged Lance)는 잔재 처리 및 유가 금속 회수 장치
- 아연 습식공정의 Hematite은 아연 회수율을 98.5% 이상으로 상향. 타 공법 대비 유가금속 손실을 최소화 가능

고려아연 통합 공정 모식도



자료: 고려아연

고려아연 설비별 주요 원료 및 최종제품

공정	주요 원료·중간재	제련·정련 과정	제품 및 부산물
아연 Plant	아연정광, 2차원료	배소 ▶ 침출/조액 ▶ 정액 ▶ 전해 ▶ 주조	Zn, Cd, In, 황산·반도체황산
연 Plant	연정광, 2차원료	DRS에서 산화·환원 ▶ 조연 ▶ 전해정련	Pb, 황산
귀금속 Plant	연 전해공정의 slime 등	귀금속·희소금속 분리/정제	Au, Ag, Pd, Sb, Bi, Te
Fumer / TSL	아연 잔재·슬래그 등	잔재 내 유가금속 재회수 및 농축	Zn/Pb 중간재 ▶ 각 Plant 재투입, Clean Slag
동 Plant	Zn-Pb 공정부산물, PCB-Cu Scrap 등	부산물·재활용 원료에서 Cu 회수	Cu

자료: 상상인증권

공정 과정에서 생기는 불순물도 원료로 투입

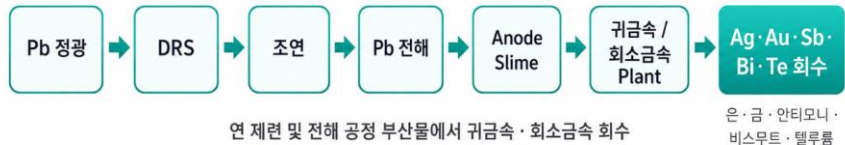
- 기본적으로 갈륨, 게르마늄, 인듐, 안티모니, 비스무트 등 희소금속은 아연, 연, 구리 등 비철 제련 과정에서 부산물로 회수되는 금속. 해당 원소의 정제·분리에 중요한 것은 단순 제련 CAPA가 아니라, ① 정광 및 2차원료 처리량, ② 원료 내 희소금속 품위, ③ 부산물 농도 및 최종 회수율이 관건임
- 고려아연은 ③ 분야에서 상당한 경쟁력 보유. 2025년에는 ‘아연·연·동 통합공정을 활용한 희소금속 농축·회수 기술’을 국가핵심기술 지정을 신청했음. 해당 기술을 통해 99.99% 이상의 고순도 제품을 생산 가능

아연·연 공정 중 희소금속 정제·분리 흐름

① 아연(Zn) 계열 회수 흐름



② 연(Pb) 계열 회수 흐름



고려아연, '희소금속 회수 기술' 국가핵심기술 지정 신청

고려아연, '희소금속 회수 기술' 국가핵심기술 추가 신청 영풍 반대 속에 국가핵심기술 지정 무산된 안티모니 기술도 포함 국가 경제·안보와 직결되는 국가핵심기술 보호 노력 최선 대한민국 국가기간산업으로서 역할과 의무 다할 것

2025-12-29

조회수 : 2,806

- 비스무트·인듐·안티모니·텔루륨 등 핵심광물 회수하는 기술, 국가핵심기술 지정 신청

- 분쟁 당사자인 영풍 반대 속에 국가핵심기술 지정 무산된 안티모니 제조기술도 포함

- 고려아연 "안티모니 제조 기술의 국가핵심기술 지정을 방해한 영풍이 미국제련소 관련 기술 유출 우려를 제기하는 것은 어불성설"

- 해외 경쟁사 기술 대비 순도·효율성·생산능력·수익성·친환경성 등에서 모두 우위

- 매출액 3배 성장한 희소금속 부문... 올해 고려아연 성장성·수익성 향상 모두 이끌어

고려아연(회장 최윤범)이 '아연·연·동 통합공정을 활용한 희소금속 농축·회수 기술'을 국가핵심기술로 지정해달라는 신청서를 최근 산업통상부에 제출했다고 29일 밝혔다.

희소금속은 첨단·방위산업의 필수 소재로 전 세계 주요 국가와 기업이 앞다퉈 확보하기 위해 전력을 다하는 핵심광물이다. 고려아연은 이번에도 해당 기술이 국가핵심기술로 지정되면, 국가경제와 안보에 직결되는 기술을 보호하고 국내 첨단·방위산업의 경쟁력을 안정적으로 향상시키는 데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

고려아연이 이번에도 신청한 기술은 통합공정으로 이루어진 아연과 연, 동 제련공정에서 발생한 부산물을 단순 처리(폐기)하지 않고 순환·농축함으로써 희소금속이자 핵심광물인 비스무스와 인듐, 안티모니, 텔루륨을 회수하는 생산기술이다.

한 제련공정에서 발생한 부산물은 다른 제련공정에서 발생한 부산물과 함께 재처리해 농축률을 높이고 이러한 작업을 반복함으로써 농축률을 극대화하기 때문에, 고려아연의 희소금속 생산기술은 해외 경쟁사와 비교해 △순도(물질) △효율성 △생산능력 △수익성 △친환경성 등 여러 측면에서 우위를 갖고 있다.

자료: 상상인증권

자료: 고려아연

갈륨·게르마늄 상업 가동 시점 조기화

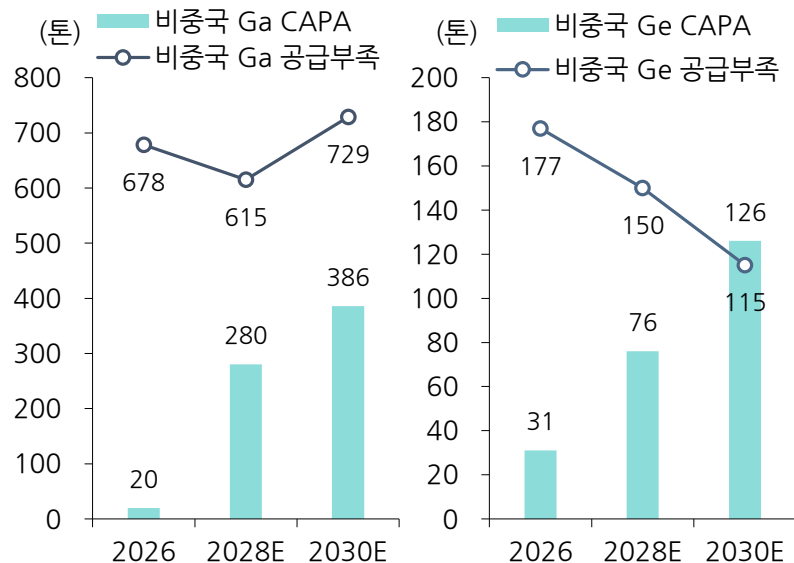
- 당사는 지난해부터 갈륨 15.5톤, 게르마늄 12톤 생산능력 확보를 위해 약 2,000억원 규모의 투자를 진행 중
- 게르마늄 사업 일정은 조기화. 기존 후공정 설비 완공 전 KEMCO의 올인원 니켈제련소 설비를 활용해 8월부터 Crude Ge Oxide 생산 시운전 진행 ▶ 4Q 중간재 양산 ▶ 2027년 1Q 판매 목표
- Crude Ge Oxide는 추가 정제를 통해 5N 이상 고순도 게르마늄 제품으로 전환 가능. 온산 후공정 설비의 상업생산 일정도 2027년 하반기~연말로 조기화

고려아연 갈륨·게르마늄 투자 및 상업가동 일정

구분	CAPA	투자비	기존 계획	최근 일정	비고
Ge	연산 12t	약 1,400억원	2028년 상반기 상업생산	26.8월 중간재 시운전 ▶ 4Q26 양산 ▶ 1Q27 판매 ▶ 2H27 고순도 제품 생산	KEMCO 니켈제련소 일부 설비 활용해 조 기화
Ga	15.5tpa	557억원	2028년 상반기	2028년 상반기 유지	신규 회수공정
In	기존 생산 + 16tpa 이상 추가	Ga 투자에 포 함	2028년	2028년	Ga 회수공정 부산물 에서 추가 회수

자료: 상상인증권 추정치

비중국 갈륨 게르마늄 생산능력 및 공급부족 규모

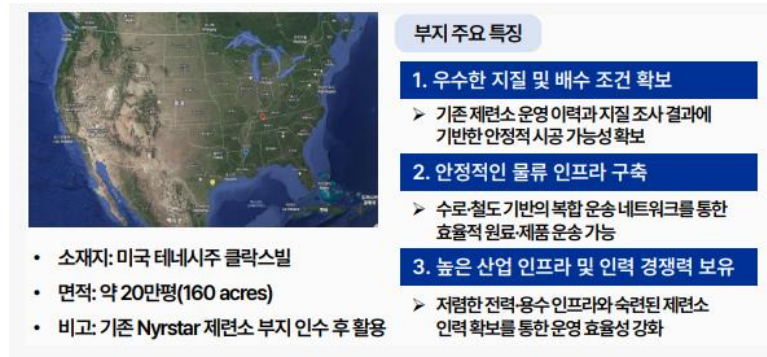


자료:S&P Global, 상상인증권

Project Crucible, 통합 제련 모델의 해외 확장

- 미국 테네시주 클락스빌에 온산 제련소 운영 모델의 약 50% 규모의 통합 제련소를 건설하는 Project Crucible 추진 중
- 총 투자비는 74억달러 규모이며, 연간 약 110만톤의 원료를 투입해 54만톤 규모의 제품을 생산할 계획. 기초금속, 갈륨, 게르마늄, 인듐, 안티모니, 반도체용 황산 등 총 13종의 핵심 광물을 생산하는 구조
- 프로젝트는 기존 Nyrstar USA 자산을 인수해 인프라와 원료를 동시에 확보하는 방식. 지난 4월 Nyrstar USA 제련소를 완료해 Crucible Zinc와 계열사를 출범. 기존 제련소의 숙련 인력과 물류·전력·용수 인프라를 그대로 활용할 예정

Project Crucible 신규 제련소 부지 및 투자 일정



[향후 일정(예상)]



자료: 고려아연

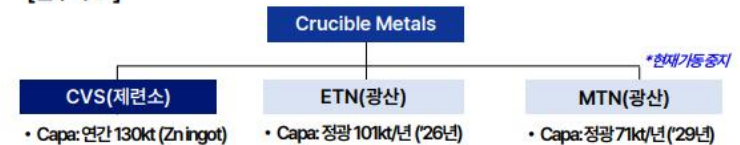
Nyrstar USA 인수 관련

1. Nyrstar USA 제련소

- '78년 가동 시작, 테네시주 클락스빌 위치, 미국 유일의 아연 제련소(130ktpa)
- 기존에는 아연, 아연 합금, 황산, 카드뮴, 게르마늄 농축물 등을 생산
- Nyrstar USA는 美 테네시주에서 광산 2곳(ETN, MTN)과 제련소 1곳(CVS) 운영 중
- 미처리 중인 Pond cake 내 게르마늄, 갈륨, 아연, 연 등 회수 가능한 유가금속 다량 존재



[인수 구조]



자료: 고려아연

원료를 전략 소재로 전환할 수 있는 검증된 제련·정제 역량

- 통합제련소 미국 투자는 검증된 공정·운영 노하우를 더 큰 시장에 복제하는 Scale-up 전략
- 미국은 AI·방산·반도체 산업 성장에도 불구하고 Ga·Ge·In·Sb 등 핵심광물의 정제 기반이 절대적으로 부족. 이는 광산 확보만으로 해결하기 어려움. 고려아연의 기술과 미국의 정책·수요가 가장 직접적으로 맞물리는 지점
- 기술의 수익화 범위를 한국에서 미국으로 확대하고, 미국은 신규 기술 개발에 필요한 시간을 단축해 비중국 핵심광물 공급망을 조기에 내재화 ▶ **고려아연에는 성장의 기회, 미국에는 공급망 안보 확보라는 분명한 명분**

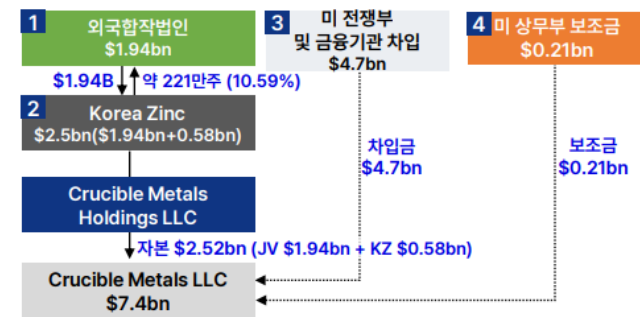
Project Crucible 신규 제련소 부지 및 투자 일정

구분	기호	미국 시장 (ton)	Crucible (ton)	Crucible 미국 시장 점유율	미국 수입 의존도
아연	Zn	820,000	300,000	36.6%	73%
연	Pb	1,400,000	200,000	14.3%	28%
구리	Cu	1,800,000	35,309	1.9%	45%
은	Ag	6,400	1,040	16.5%	64%
금	Au	200	5.8	2.9%	N/A
인듐	In	250	91	43.3%	100%
안티모니	Sb	24,000	2,559	10.8%	85%
비스무트	Bi	760	431	58.1%	89%
텔루륨	Te	N/A	110	-	N/A
팔라듐	Pd	83	0.1	0.1%	36%
갈륨*	Ga	19	54	>100%	100%
게르마늄*	Ge	33	44	>100%	>50%
카드뮴	Cd	N/A	1,700	-	N/A

자료: 고려아연, 상상인증권

Project Crucible 자금조달 구조

1	외국합작법인(Foreign JV) 출자	\$1,940mn
	미 정부 전쟁부(DoW)	\$1,400mn
	미 전략적 투자자(SI)	\$450mn
	고려아연(KZ)	\$90mn
2	고려아연 직접 투자(~'29.12월)	\$585mn
3	미 정부 전쟁부(DoW) 및 금융기관 차입	\$4,698mn
4	미 정부 상무부(DoC) - CHIPS Act Grant	\$210mn
	총 투입 자금	\$7,432mn

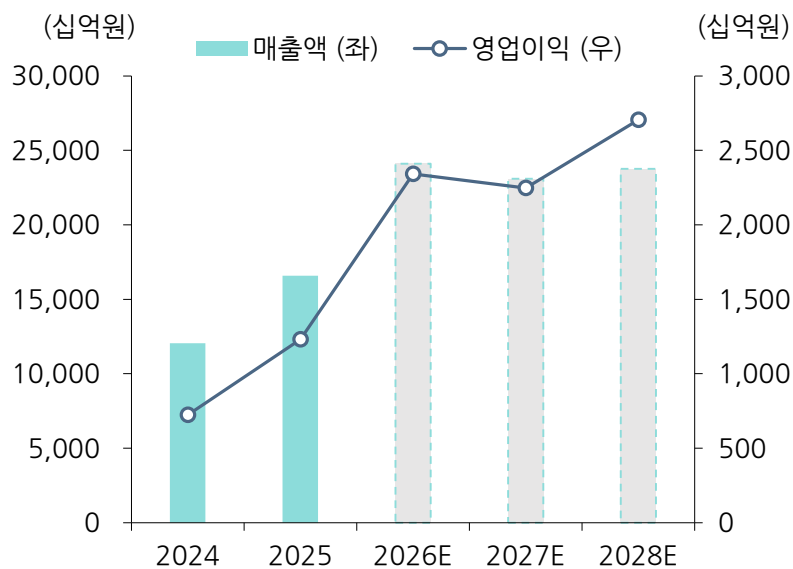


자료: 상상인증권 추정치

2Q26 Review: 귀금속 가격 급락 우려에도 선방

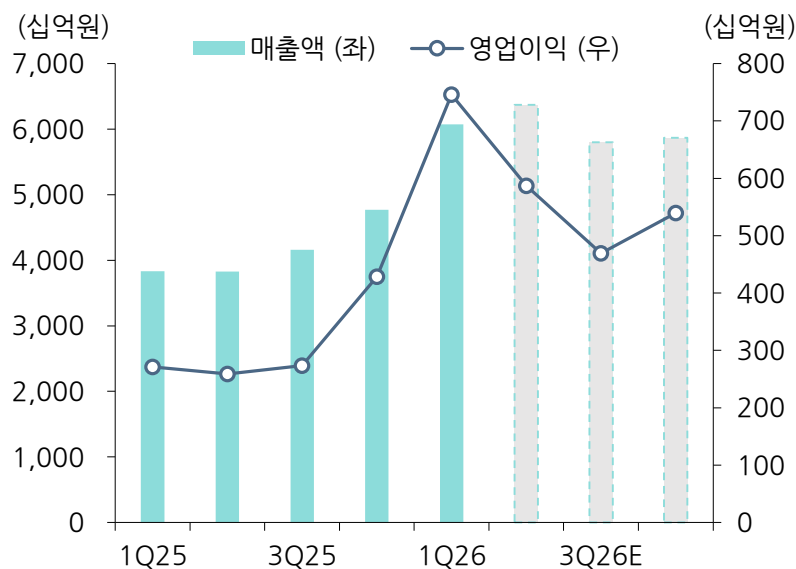
- 연결 영업이익은 5,870억원을 기록하며 컨센서스(5,949억원) 부합. 귀금속 가격 하락으로 수익성 우려 존재했으나, 별도 영업이익 5,890억원(OPM 14.6%)을 기록하며 견조한 이익 지속. 환율·구리 판매·희소금속 수익성 긍정적 반영
- 특히 희소금속은 매출액 970억원, 매출총이익 760억원(GPM 78.5%) 기록하며 견조한 실적 기록.
- ① 게르마늄(Ge) 상업화 일정은 앞당겨질 계획. 2026년 8월 Crude Ge Oxide 조기 생산 후, 1분기부터 본격 판매 예정. 2027년 말 고순도 Ge 판매 개시를 목표로 함. ② InP 수요 확대에 따라 인듐 생산·판매 역시 확대될 것으로 기대됨

고려아연 분기별 실적 추이 및 전망



자료: 상상인증권 추정치

고려아연 연도별 실적 추이 및 전망



자료: 상상인증권 추정치

고려아연 분기 및 연간 실적 Table (1)

(십억원, %)	1Q25	2Q25	3Q25	4Q25	1Q26	2Q26P	3Q26E	4Q26E	2025	2026E	2027E	2028E
연결 매출액	3,832.8	3,825.4	4,159.8	4,769.9	6,072.0	6,372.6	5,798.5	5,870.2	16,587.9	24,113.3	23,091.1	23,772.4
별도 매출액	2,388.6	2,461.4	2,609.2	3,075.0	4,294.5	4,046.0	3,771.3	3,755.1	10,534.2	15,866.9	15,014.4	15,542.9
아연	656.0	620.0	609.0	670.0	785.0	777.0	815.6	750.7	2,555.0	3,128.2	3,031.0	2,960.5
연	339.0	317.0	310.0	328.0	375.0	342.0	319.4	321.5	1,294.0	1,357.9	1,251.8	1,210.9
은	747.0	772.0	827.0	1,131.0	2,203.0	1,905.0	1,701.2	1,731.5	3,477.0	7,540.8	6,670.6	6,733.3
금	358.0	415.0	548.0	630.0	617.0	608.0	523.5	537.6	1,951.0	2,286.2	2,106.7	2,132.9
구리	112.0	108.0	111.0	135.0	144.0	190.0	256.3	273.4	466.0	863.7	1,300.0	1,817.4
희소금속	90.0	144.0	127.0	97.0	79.0	97.0	97.3	84.2	458.0	357.5	379.9	399.9
연결 매출원가	3,426.6	3,435.9	3,769.5	4,154.3	5,118.7	5,564.1	5,129.5	5,131.4	14,786.3	20,943.6	20,049.0	20,266.2
별도 매출원가	2,036.6	2,128.4	2,316.4	2,591.4	3,489.7	3,367.4	3,221.1	3,134.0	9,072.8	13,212.3	12,480.5	12,555.0
연결 매출총이익	406.2	389.5	390.3	615.6	953.4	808.5	669.0	738.8	1,801.5	3,169.7	3,042.2	3,506.3
GPM (%)	10.6	10.2	9.4	12.9	15.7	12.7	11.5	12.6	10.9	13.1	13.2	14.7
별도 매출총이익	352.1	333.0	292.8	483.7	804.8	678.6	550.1	621.1	1,461.5	2,654.6	2,533.9	2,987.9
GPM (%)	14.7	13.5	11.2	15.7	18.7	16.8	14.6	16.5	13.9	16.7	16.9	19.2
연결 판관비	135.1	130.6	116.9	187.0	207.3	221.4	199.8	199.4	569.6	827.9	793.8	800.1
별도 판관비	79.4	66.5	57.6	78.5	111.6	89.4	97.9	98.0	281.9	396.9	385.8	403.4
연결 영업이익	271.1	258.9	273.4	428.5	746.1	587.1	469.3	539.4	1,231.9	2,341.8	2,248.4	2,706.1
OPM (%)	7.1	6.8	6.6	9.0	12.3	9.2	8.1	9.2	7.4	9.7	9.7	11.4
별도 영업이익	272.7	266.5	235.2	405.2	693.3	589.1	452.2	523.0	1,179.6	2,257.7	2,148.1	2,584.4
OPM (%)	11.4	10.8	9.0	13.2	16.1	14.6	12.0	13.9	11.2	14.2	14.3	16.6
세전이익	238.7	422.9	98.8	268.5	517.8	506.8	379.6	451.4	1,029.0	1,855.5	1,770.4	2,238.5
세전이익률 (%)	6.2	11.1	2.4	5.6	8.5	8.0	6.5	7.7	6.2	7.7	7.7	9.4
순이익 (지배)	162.5	331.1	72.2	209.2	354.6	348.6	284.6	338.4	775.0	1,326.2	1,327.3	1,678.3
NPM (% 지배)	4.2	8.7	1.7	4.4	5.8	5.5	4.9	5.8	4.7	5.5	5.7	7.1

자료: 상상인증권 추정치

대차대조표

(단위: 십억원)

	2024	2021	2026E	2027E	2028E
유동자산	7,567.1	12,069.3	9,522.1	9,425.7	9,843.1
현금 및 현금성자산	893.8	3,451.1	1,140.1	1,109.0	1,157.5
매출채권	864.0	1,138.9	1,190.6	1,173.1	1,225.8
재고자산	3,780.4	6,220.5	6,141.5	6,051.1	6,322.9
비유동자산	7,225.2	8,326.4	12,454.8	13,452.8	14,442.6
관계기업투자등	1,045.6	1,286.6	1,316.5	1,369.9	1,425.5
유형자산	4,818.7	5,364.6	6,278.9	7,043.6	7,792.4
무형자산	983.8	1,170.5	1,266.9	1,300.9	1,334.5
자산총계	14,792.3	20,395.7	21,976.9	22,878.4	24,285.7
유동부채	6,366.3	6,127.5	6,724.7	6,696.4	6,822.4
매입채무	1,843.8	2,610.7	2,608.8	2,570.4	2,685.9
단기금융부채	4,420.9	3,366.4	3,866.6	3,866.6	3,866.6
비유동부채	830.6	3,084.0	3,149.3	3,159.7	3,170.5
장기금융부채	662.8	2,872.9	2,894.1	2,894.1	2,894.1
부채총계	7,196.9	9,211.5	9,874.0	9,856.1	9,992.9
지배주주지분	7,333.6	10,937.7	11,855.9	12,775.4	14,045.9
자본금	104.5	115.6	115.6	115.6	115.6
자본잉여금	1,619.0	4,442.6	4,442.6	4,442.6	4,442.6
이익잉여금	7,601.0	6,542.8	7,461.0	8,380.5	9,650.9
비지배주주지분	261.8	246.5	246.9	246.9	246.9
자본총계	7,595.4	11,184.2	12,102.8	13,022.3	14,292.8

현금흐름표

(단위: 십억원)

	2024	2021	2026E	2027E	2028E
영업활동 현금흐름	515.8	-628.2	1,171.5	1,877.2	2,002.0
당기순이익(손실)	194.8	770.2	1,327.6	1,325.2	1,675.7
현금수익비용가감	945.5	847.8	470.0	504.9	558.7
유형자산감가상각비	339.8	350.5	417.3	473.6	526.1
무형자산상각비	12.9	11.6	12.1	12.7	13.1
기타현금수익비용	592.8	485.7	-130.8	-141.3	-140.3
운전자본 증감	-458.0	-1,897.3	-539.2	47.1	-232.4
매출채권의 감소(증가)	-59.7	-258.4	91.9	17.5	-52.7
재고자산의 감소(증가)	-976.1	-2,451.7	111.0	90.4	-271.8
매입채무의 증가(감소)	586.7	761.1	-532.5	-38.4	115.5
기타영업현금흐름	-8.9	51.7	-209.5	-22.4	-23.4
투자활동 현금흐름	-1,355.0	-441.1	-3,843.8	-1,500.5	-1,545.5
유형자산 처분(취득)	-1,112.1	-886.0	-1,196.6	-1,238.3	-1,274.9
무형자산 감소(증가)	-14.3	-48.7	-45.9	-46.7	-46.7
투자자산 감소(증가)	-220.3	593.3	391.1	-69.6	-72.2
기타투자활동	-8.2	-99.6	-2,992.4	-145.9	-151.8
재무활동 현금흐름	1,098.1	3,674.7	296.7	-407.9	-407.9
차입금의 증가(감소)	3,544.0	987.1	298.5	0.0	0.0
자본의 증가(감소)	-2,443.3	2,694.2	-407.9	-407.9	-407.9
배당금 지급	314.9	139.3	407.9	407.9	407.9
기타재무활동	-2.6	-6.7	406.0	0.0	0.0
현금의 증감	217.0	2,557.3	-2,311.0	-31.1	48.6
기초현금	676.8	893.8	3,451.1	1,140.1	1,109.0
기말현금	893.8	3,451.1	1,140.1	1,109.0	1,157.5

손익계산서

(단위: 십억원)

	2024	2021	2026E	2027E	2028E
매출액	12,052.9	16,587.9	24,113.3	23,091.1	23,772.4
매출원가	10,912.1	14,786.3	20,943.6	20,049.0	20,266.2
매출총이익	1,140.8	1,801.5	3,169.7	3,042.2	3,506.3
판매비와 관리비	417.3	569.6	827.9	793.8	800.1
영업이익	723.5	1,231.9	2,341.8	2,248.4	2,706.1
EBITDA	1,076.2	1,594.0	2,771.3	2,734.8	3,245.3
금융손익	-202.4	-136.1	-28.5	54.3	69.9
관계기업등 투자손익	-110.7	39.4	-6.1	-6.1	-6.1
기타영업외손익	-117.9	-106.3	-451.6	-526.2	-531.4
세전계속사업이익	292.5	1,029.0	1,855.5	1,770.4	2,238.5
계속사업법인세비용	97.7	258.7	527.9	445.1	562.8
당기순이익	194.8	770.2	1,327.6	1,325.2	1,675.7
지배주주순이익	190.9	775.0	1,326.2	1,327.3	1,678.3
매출총이익률 (%)	9.5	10.9	13.1	13.2	14.7
영업이익률 (%)	6.0	7.4	9.7	9.7	11.4
EBITDA마진률 (%)	8.9	9.6	11.5	11.8	13.7
세전이익률 (%)	2.4	6.2	7.7	7.7	9.4
지배주주순이익률 (%)	1.6	4.7	5.5	5.7	7.1
ROA (%)	1.4	4.4	6.3	5.9	7.1
ROE (%)	2.3	8.5	11.6	10.8	12.5
ROIC (%)	5.1	8.0	11.7	10.1	11.5

주요투자지표

(단위: 십억원)

	2024	2021	2026E	2027E	2028E
투자지표 (배)					
P/E	109.1	35.4	18.7	18.7	14.8
P/B	2.8	2.5	2.1	2.0	1.8
EV/EBITDA	23.1	17.0	11.1	11.3	9.5
P/S	1.7	1.7	1.1	1.1	1.1
배당수익률 (%)	1.7	1.5	1.6	1.6	1.6
성장성 (%)					
매출액 증가율	24.2	37.6	45.4	-4.2	3.0
영업이익 증가율	9.6	70.3	90.1	-4.0	20.4
세전이익 증가율	-59.8	251.8	80.3	-4.6	26.4
지배주주순이익 증가율	-63.8	305.9	71.1	0.1	26.4
EPS 증가율	-63.4	302.6	75.1	0.1	26.4
안정성 (%)					
부채비율	94.8	82.4	81.6	75.7	69.9
유동비율	118.9	197.0	141.6	140.8	144.3
순차입금/자기자본	52.5	23.2	44.4	41.4	37.3
영업이익/금융비용	6.1	6.0	10.6	10.1	12.1
총차입금 (십억원)	5,083.7	6,239.3	6,760.7	6,760.7	6,760.7
순차입금 (십억원)	3,989.9	2,592.3	5,372.7	5,393.8	5,334.8
주당지표 (원)					
EPS	9,222	37,130	65,033	65,086	82,298
BPS	354,226	524,015	568,005	612,055	672,921
SPS	582,174	794,705	1,155,241	1,106,270	1,138,909
DPS	17,500	20,000	20,000	20,000	20,000

고려아연 목표주가 추이 및 투자이전 변동내역



Compliance Notice

- 본 자료에 기재된 내용들은 작성자 본인의 의견을 정확하게 반영하고 있으며 외부의 부당한 압력이나 간섭 없이 작성되었음을 확인합니다. (작성자:김진범)
- 본 자료는 고객의 증권투자를 돕기 위한 정보제공을 목적으로 제작되었습니다. 본 자료에 수록된 내용은 당사 리서치센터가 신뢰할 만한 자료 및 정보를 바탕으로 작성한 것이나, 당사가 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으므로 참고자료로만 활용하시기 바라며 유가증권 투자 시 투자자 자신의 판단과 책임하에 최종결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 자료는 어떠한 경우에도 고객의 증권투자 결과에 대한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다.
- 본 자료는 당사의 저작물로서 모든 저작권은 당사에게 있으며 어떠한 경우에도 당사의 동의 없이 복제, 배포, 전송, 변형될 수 없습니다.
- 동 자료는 제공시점 현재 기관투자가 또는 제3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.
- 동 자료의 추천종목은 전일 기준 현재당사에서 1% 이상 보유하고 있지 않습니다.
- 동 자료의 추천종목은 전일 기준 현재 당사의 조사분석 담당자 및 그 배우자 등 관련자가 보유하고 있지 않습니다.
- 동 자료의 추천종목에 해당하는 회사는 당사와 계열회사 관계에 있지 않습니다.

투자등급

구분	투자이전 기준 및 기간	투자등급	투자이전 비율	비고	구분	투자이전 기준 및 기간	투자등급	투자이전 비율	비고
산업 (Industry)	투자등급 3단계 향후 12개월 시장 대비 상대수익률	Overweight (비중확대)	80.0%	시가총액 대비 비중확대	기업 (Company)	투자등급 3단계 향후 12개월 절대수익률	BUY	92.9%	절대수익률 15% 초과
		Neutral (중립)	20.0%	시가총액 수준 유지			HOLD	7.1%	절대수익률 +15% ~ -15%
		Underweight (비중축소)	0.0%	시가총액 대비 비중축소			SELL	0.0%	절대수익률 -15% 초과
		합계 100%					합계 100%		

가격 효과와 생산량 정상화 동시 반영

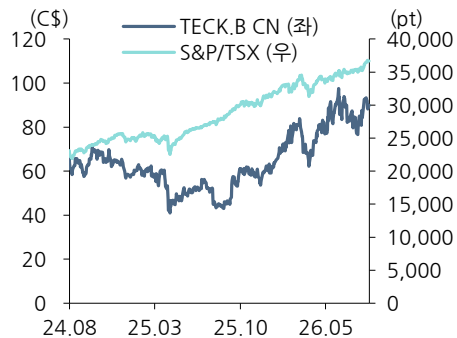
Not Rated

목표주가 N/R	Not Rated
종가(26.08.17)	C\$89.98
상승여력	-

Stock Data

S&P/TSX (08/17)	36,730.3pt
시가총액	C\$44.14bn
액면가	-
52주 최고가	C\$98.58
52주 최저가	C\$42.95
외국인지분율	-
90일 일평균거래대금	C\$95mn
주요주주지분율	
Temagami Mining	34.6%
유동주식비율	95.3%

Stock Price



2Q26 Review: 외형과 이익 컨센서스 상회

- Teck Resources의 2분기 실적은 매출액 C\$3.61bn(+78%), 조정 EPS C\$1.93(+408%)을 기록하며 컨센서스를 상회했음. 구리 가격 강세 뿐만 아니라, QB(Quebrada Blanca) 안정화로 인한 생산량 증가, 부산물 가격 상승에 따른 Cash Cost 하락으로 인한 영향 우호적으로 반영
- 2Q26 구리 판가는 US\$6.05/lb(+40%YoY), 생산량은 139.5kt(+25%YoY) 기록. 한편 Zinc EBITDA Margin은 38%를 기록. 정기보수 진행에도 불구하고 고가의 부산물 가격, 낮은 TC로 개선

캐나다 정부와의 Strategic Metals Initiative 강조. 희소금속 증설에 집중

- Teck은 Trail 제련소의 Ge·Sb 생산능력을 최대 2배 확대하고 신규 Ga 생산설비 구축을 추진. 투자규모는 최대 C\$850mn, Canada Growth Fund가 최대 C\$400mn의 지분 투자를 제공
- 캐나다 정부는 지원 대가로 향후 생산되는 Ge·Sb·Ga 일부에 대한 오프테이크 권리를 확보. Ge 증산은 단순 회수율 개선이 아닌 Trail 자체 처리능력 확대와 외부 원료 확보를 병행

Financial Data

	매출액 (C\$ mn)	영업이익 (C\$ mn)	순이익 (C\$ mn)	EPS (C\$)	PER (배)	EV/EBITDA (배)	PBR (배)	ROE (%)	배당수익률 (%)
2021	12,766	4,983	2,868	5.39	6.8	4.7	0.82	14.30	0.60
2022	17,316	6,986	3,317	6.3	7.9	4	0.99	16.20	1.00
2023	6,476	222	2,409	4.65	12.1	44	1.03	-1.10	0.90
2024	9,065	-9	406	0.79	73.5	12.5	1.1	-3.30	0.90
2025	10,756	2,248	1,401	2.84	22.9	9.4	1.23	4.00	0.90

자료 : Teck Resources, 상상인증권

캐나다를 대표하는 광산·제련업체

- 동사는 캐나다를 대표하는 광산·제련 기업. 2024년 제철용 석탄 사업을 매각한 이후 사업구조를 구리·아연 중심으로 재편했으며, Trail 제련소에서 게르마늄·인듐·카드뮴 등 전략금속을 생산·판매
- Teck의 강점은 광산과 제련소를 동시에 보유한 수직계열화 구조. Red Dog 등 자체 광산에서 아연·연 정광을 확보하고, Trail 제련소에서 이를 정제해 Zn·Pb뿐 아니라 Ge·In·Cd 등 부산금속까지 회수
- 현재 Anglo American과 합병을 추진 중이며, 2026년 4Q~2027년 1Q 합병 완료를 예상

Teck Resources 기업 개요

구분	내용
기업명	Teck Resources Limited
본사	Vancouver, British Columbia, Canada
상장	TSX: TECK.A / TECK.B, NYSE: TECK
주요 사업	Copper / Zinc / Lead / Precious & Specialty Metals
2025 매출액	C\$10.8bn
2025 Adjusted EBITDA	C\$4.3bn
2025 Cu 생산량	453.5kt
2025 Zn 광산 생산량	565kt
주요 지역	캐나다, 칠레, 페루, 미국
주요 전략금속	Ge, In, Cd + 향후 Ga-Sb 확대
현재 주요 이슈	Anglo American과 합병 ▶ Anglo Teck 출범 예정

자료: 상상인증권

Teck Resources

자산	국가	주요 금속	특징
Quebrada Blanca (QB)	칠레	Cu, Mo	Teck 최대 성장축, 대형 구리광산
Highland Valley Copper	캐나다	Cu, Mo	Teck 100%, 2046년까지 수명 연장 프로젝트 진행
Antamina	페루	Cu, Zn	Teck 지분 22.5%, 세계적인 대형 Cu-Zn 광산
Carmen de Andacollo	칠레	Cu	기존 구리 생산자산
Red Dog	미국 알래스카	Zn, Pb, Ag, Ge	세계 최대급 아연광산
Trail Operations	캐나다	Zn, Pb, Ag, Ge, In, Cd 등	세계 최대급 통합 Zn-Pb 제련·정련단지

자료: 상상인증권 추정치

기존 제련 인프라를 활용해 북미 전략금속 허브로 진화

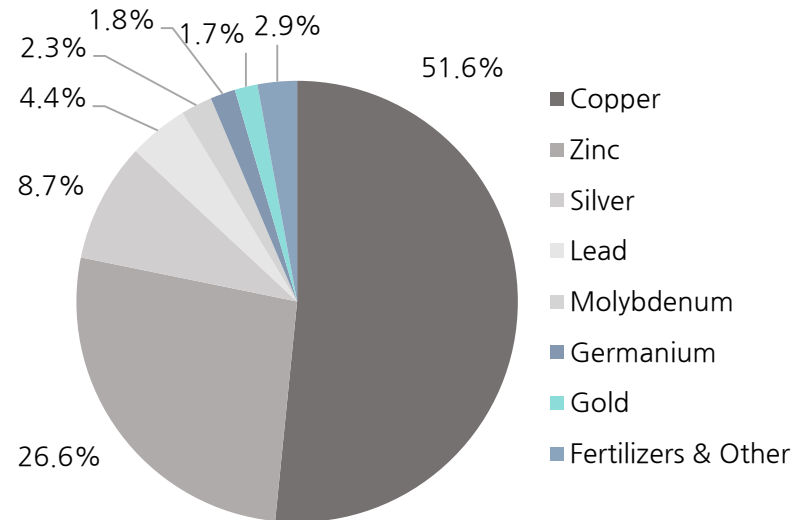
- Teck은 지난 7월 캐나다 정부와 Trail Strategic Metals Initiative 추진을 위한 전략적 투자협약을 체결. Trail의 기존 Zn·Pb 통합제련 인프라와 원료를 활용해 Ge·Sb 생산능력을 최대 2배 확대하고, 신규 Ga 생산능력 확보를 추진
- 관련 총 투자규모는 최대 C\$850mn. 이 중 Canada Growth Fund(CGF)가 Trail에 최대 C\$400mn의 Equity-like Investment를 직접 집행. 전체 잠재 투자액의 최대 47%를 정책자금으로 지원
- 캐나다 정부는 자금지원과 함께 향후 Trail에서 생산되는 Ge·Sb·Ga 일부에 대한 Offtake 권리를 확보할 예정

캐나다 정부의 Teck Resources 전략광물 투자 구조



자료: 상상인증권

Teck Resources 금속별 매출 비중 (2025년 기준)



자료: 상상인증권 추정치

주요 Q&A 내용

- **Trail 회소금속 증설:** Ge 생산 2배 확대는 단순 회수율 개선이 아니라 Trail 처리 CAPA 확대 + 외부 Ge 함유 원료 확보가 핵심. Red Dog뿐 아니라 residue·제3자 정광까지 조달 범위를 넓힐 계획
- **Trail 수익성:** 2Q의 높은 이익은 부산물 가격 상승과 feed optimization 효과가 주요. 회사는 물량보다 수익성 중심 운영을 지속할 방침이나, 4Q 정기보수로 단순 연율화는 경계
- **QB 정상화:** 최근 3개 분기 안정가동으로 TMF는 더 이상 주요 병목이 아니며, 향후 초점은 회수율·처리량 최적화 및 저 CAPEX debottlenecking으로 이동
- **원가 가이드:** 상반기 Copper·Zinc cash cost가 연간 가이드보다 낮았으며, 현재 부산물 가격이 유지될 경우 연간 원가가 가이드 midpoint 이하로 내려갈 가능성을 시사
- **Anglo American 합병:** 중국 SAMR를 제외한 주요 규제 승인을 대부분 확보. 현재까지 중국 측에서 자산매각·오프테이크 등 별도 remedy 요구는 없음. 기존 12~18개월 내 거래 종결 목표를 유지, 승인 후 수 주 내 closing 가능

2Q26 Teck Resources 실적 요약

	2Q26	2Q25	YoY	1Q26	QoQ	컨센서스	컨센 대비
매출액	3,605	2,023	78.2%	3,943	-8.60%	3,398	6.1%
영업이익	1,639	312	425.3%	1,623	1.00%	1,221	34.3%
순이익	854	206	314.6%	819	4.30%	566	50.8%
EPS	1.74	0.42	314.3%	1.67	4.20%	1.34	29.9%
조정 EPS	1.93	0.38	407.9%	1.75	10.30%	1.25	54.4%

자료: 상상인증권

2Q26 실적 하이라이트

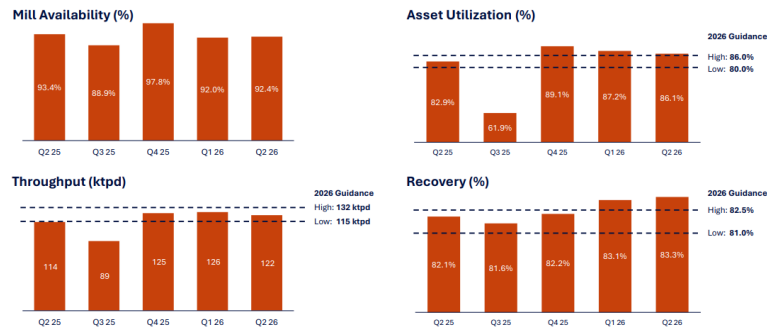


자료: Teck Resources

QB, 3분기 연속 안정적인 경영 실적 달성

THIRD CONSECUTIVE QUARTER OF STABLE OPERATIONS AT QB

Consistent production supported by stable recoveries and asset utilization¹



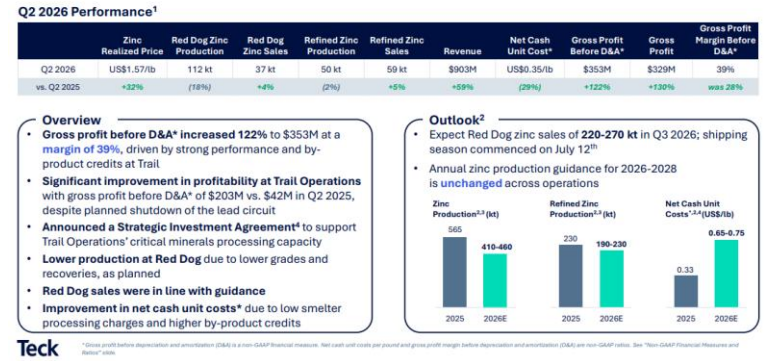
Teck Mill Availability (%) = Utilization (%) × Asset Utilization (%). Daily Throughput (ktpd) = One Mill (t) × One Mill (t) × Grade (%) × Recovery (%) × Production (t).

자료: Teck Resources

Trail Drives 아연 수익성 및 마진 개선

TRAIL DRIVES IMPROVEMENT IN ZINC PROFITABILITY & MARGINS

Reflects continued focus on feed strategy optimization

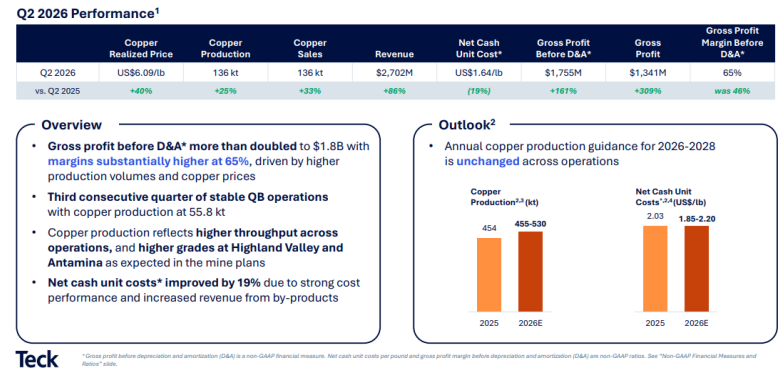


자료: Teck Resources

구리 사업 전반적으로 견조한 실적 달성

STRONG PERFORMANCE ACROSS COPPER OPERATIONS

Reflects record copper prices and continued strong copper production volumes



자료: Teck Resources

Teck Resources 연간 및 분기 실적 Table

(C\$ mn, %)	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	2Q25	3Q25	4Q25	1Q26	2Q26	2022 ¹	2023 ²	2024 ²	2025 ²
매출액	1,619	1,802	2,858	2,786	2,290	2,023	3,385	3,058	3,943	3,605	17,316	6,476	9,065	10,756
Copper	1,078	1,369	1,421	1,674	1,510	1,454	1,669	1,986	2,903	2,702	3,381	3,425	5,542	6,619
판매량	96	104	110	125	106	102	110	119	155	135.7	276	291	435	437
Zinc	541	433	1,437	1,112	780	569	1,716	1,072	1,040	903	3,526	3,051	3,523	4,137
Red Dog 정광 판매량 (kt)	84.6	53.6	252.3	184	90.8	35.1	272.8	136.6	52.4	36.5	577.7	553	574.5	535.3
Trail 정련아연 판매량 (kt)	61.6	68.6	68.7	61.1	57.1	55.9	51.8	59.4	64.7	58.9	257	258	260	224
매출원가	1,450	1,384	2,380	2,244	1,754	1,552	2,725	2,068	2,228	1,935	8,745	5,364	7,458	8,099
Copper	972	972	1,178	1,375	1,167	1,126	1,314	1,239	1,547	1,361	1,982	2,713	4,497	4,846
Zinc	478	412	1,202	869	587	426	1,411	829	681	574	2,755	2,651	2,961	3,253
매출총이익	169	418	478	542	536	471	660	990	1,715	1,670	8,571	1,112	1,607	2,657
GPM (%)	10.4	23.2	16.7	19.5	23.4	23.3	19.5	32.4	43.5	46.3	49.5	17.2	17.7	24.7
Copper	106	397	243	299	343	328	355	747	1,356	1,341	1,399	712	1,045	1,773
Zinc	63	21	235	243	193	143	305	243	359	329	771	400	562	884
영업이익	2	312	-628	305	501	312	514	921	1,623	1,639	6,986	222	-9	2,248
OPM (%)	0.1	17.3	-22.0	10.9	21.9	15.4	15.2	30.1	41.2	45.5	40.3	3.4	-0.1	20.9
Copper	141	471	274	172	474	311	372	985	1,340	1,498	1,032	768	1,058	2,142
Zinc	58	-9	-762	276	177	130	331	183	391	317	716	314	-437	821
Corporate	-197	-150	-140	-143	-150	-129	-189	-247	-108	-176	-765	-860	-630	-715
세전이익	-235	20	-759	256	450	125	289	792	1,336	1,459	6,565	-75	-718	1,656
세전이익률 (%)	-14.5	1.1	-26.6	9.2	19.7	6.2	8.5	25.9	33.9	40.5	37.9	-1.2	-7.9	15.4
지배주주순이익	-125	21	-748	385	370	206	281	544	819	854	4,089	-118	-467	1,401
NPM (%)	-7.7	1.2	-26.2	13.8	16.2	10.2	8.3	17.8	20.8	23.7	23.6	-1.8	-5.2	13.0
Adjusted diluted EPS	-0.01	0.12	0.6	0.45	0.6	0.38	0.76	1.37	1.75	1.93	9.09	0.55	1.16	3.09

자료 : Teck Resources, 상상인증권

Teck Resources 손익계산서

Unit: C\$ mn	2021	2022	2023	2024	2025
Revenue	12,766	17,316	15,011	9,065	10,756
Cost of sales	-7,552	-8,745	-9,868	-7,458	-8,099
Gross profit	5,214	8,571	5,143	1,607	2,657
G&A	-172	-236	-317	-275	-269
Exploration	-65	-90	-86	-87	-90
Research & innovation	-129	-157	-164	-50	-35
Asset impairment / reversal	215	-	-	-1,053	-
Other operating income (expense)	-80	-1,102	-206	-151	-15
Profit from operations	4,983	6,986	4,370	-9	2,248
Finance income	5	53	112	234	271
Finance expense	-190	-203	-274	-953	-912
Non-operating income (expense)	-107	-275	-266	7	52
JV/associate profit (loss)	-3	4	2	3	-3
PBT - continuing operations	4,688	6,565	3,944	-718	1,656
Income tax	-1,518	-2,495	-1,610	-205	-584
Profit from continuing operations	3,170	4,070	2,334	-923	1,072
Discontinued operations	-255	-772	-26	1,206	-
Net profit	2,915	3,298	2,308	283	1,072
↳ attributable to shareholders	2,868	3,317	2,409	406	1,401
↳ NCI	47	-19	-101	-123	-329
Basic EPS	5.39	6.3	4.65	0.79	2.84
Diluted EPS	5.31	6.19	4.59	0.78	2.83

자료: Teck Resources, 상상인증권

Teck Resources 재무상태표

Unit: C\$ mn	2021	2022	2023	2024	2025
Cash & cash equivalents	1,427	1,883	744	7,587	5,012
Income taxes receivable	6	92	94	267	317
Trade & settlement receivables	1,981	1,527	2,096	1,661	2,564
Inventories	2,390	2,685	2,946	2,598	2,748
Prepays & other current assets	299	540	585	461	523
Assets held for sale	-	1,566	-	-	-
Current assets	6,103	8,293	6,465	12,574	11,164
Non-current assets held for sale	-	173	-	-	-
Financial / other financial assets	1,571	1,466	1,874	764	1,058
JV & associates	1,060	1,139	1,116	1,223	1,231
PP&E	37,382	40,095	45,565	30,568	29,721
Intangible assets	-	-	-	196	169
Deferred tax assets	161	75	65	572	931
Goodwill	1,091	1,118	1,108	442	421
Other assets	-	-	-	698	741
Total assets	47,368	52,359	56,193	47,037	45,436
Unit: C\$ mn	2021	2022	2023	2024	2025
Trade payable & other liabilities	3,255	4,367	4,001	2,735	3,404
Current debt	213	616	515	423	403
Current lease liabilities	127	132	195	175	169
Income taxes payable	165	104	1,181	850	182
Current provisions	-	-	-	187	245
Liabilities related to held-for-sale assets	-	645	-	-	-
Current liabilities	3,760	5,864	5,892	4,370	4,403
Long-term debt	7,161	6,551	6,019	4,108	3,501
Lease liabilities	567	439	866	776	789
QB advances from SMM/SC	1,263	2,279	3,497	4,483	4,745
Deferred tax liabilities	5,973	6,778	6,188	2,293	2,460
Retirement benefit liabilities	517	420	445	373	351
Provisions & other liabilities*	4,354	3,517	4,994	3,538	3,180
Total liabilities	23,595	25,848	27,901	19,941	19,429
Shareholders' equity	23,005	25,473	26,988	26,077	25,096
NCI	768	1,038	1,304	1,019	911
Total equity	23,773	26,511	28,292	27,096	26,007

자료: Teck Resources, 상상인증권

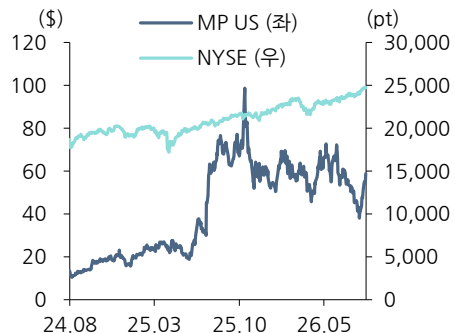
Not Rated

목표주가 N/R	Not Rated
총가(26.08.17)	US\$58.51
상승여력	-

Stock Data

S&P 500 (08/18)	7,785.8pt
시가총액	\$7.76bn
액면가	-
52주 최고가	\$100.25
52주 최저가	\$37.81
외국인지분율	-
90일 일평균거래대금	\$263mn
주요주주지분율	
Hancock Prospecting	8.34%
유동주식비율	80.3%

Stock Price



실적은 순항 중, HREE로의 확장

2Q26 Review: 외형과 이익 컨센서스 상회

- MP Materials의 2분기 실적은 매출액 \$108.5mn(+89% YoY), EBITDA \$28mn 기록하며 컨센서스를 소폭 상회. 중국향 정광 판매가 중단되었음에도 불구하고, NdPr 매출 증가가 이를 상쇄
- NdPr 판매량은 1,006톤(+127%)으로 크게 증가. 이에 따라 Materials 부문 내 NdPr 제품 매출액이 \$94.4mn(+277% YoY) 증가. PPA Income \$17.6mn 인식되며 Materials EBITDA는 \$32.5mn으로 개선
- 한편 Magnetism 부문은 매출 \$16.5mn, Adj. EBITDA \$7.5mn 기록하며 수익성 증명

기대보다 빠른 HREE 사업. 고객사 및 전방 확보 본격화

- 동사는 미국 항공우주 방산 업체와 Separated Gadolinium(Gd) 장기 공급계약을 체결했다고 밝힘. 실질적으로 중요 전방과 접촉을 통해 공급 가시성이 확보되었다는 점은 중요한 진전
- 한편 Project Swarm 시작. 미국 및 동맹국 드롭 업체와 subscription agreement를 체결

Financial Data

	매출액 (M USD)	영업이익 (M USD)	순이익 (M USD)	EPS (USD)	PER (배)	EV/EBITDA (배)	PBR (배)	ROE (%)	배당수익률 (%)
2021	331.9	166.3	135.0	0.73	59.83	39.45	8.01	14.5	0.0
2022	527.5	335.3	289	1.52	14.92	10.55	3.28	24.9	0.0
2023	253.4	9.9	24.3	0.14	145.21	47.83	2.58	1.81	0.0
2024	203.8	-162.3	-65.4	-0.39	-	-	2.41	-5.41	0.0
2025	224.5	-149.4	-85.9	-0.50	--	-	4.53	-3.59	0.0

자료 : MP Materials, 상상인증권

주요 Q&A 내용

- **Gd 장기계약:** 美 항공우주·방산 고객과 \$100mn+ 규모 다년 공급계약 체결. Spot 가격 의존보다 장기계약을 통해 수요와 경제성을 선제적으로 확보했으며, 추가 물량은 기존 CAPEX 활용으로 높은 증분 수익성 기대
- **HREE 생산 확대:** Dy·Tb 분리설비는 mechanical completion 이후 commissioning 진행 중으로 2026년 내 생산 개시 목표. Gd에 이어 Sm도 2028년 생산을 계획하며 Mountain Pass 내 HREE의 상업화 범위 확대
- **Project Swarm:** 미국 및 동맹국 드론업체들과 subscription agreement 체결. 현재 드론용 자석 시장은 상대적으로 작지만, 수요 통합·제품 Spec 표준화를 통해 향후 방산·무인체계용 자석 수요를 선점하는 것이 목적
- **Magnetics Ramp-up:** 고객 qualification 및 regulatory testing 진행으로 단기 실적은 변동성이 클 전망. 향후 상업 생산 본격화에 따라 precursor 중심에서 고부가 NdFeB Magnet 매출로 제품 Mix 전환 예상
- **HREE 투자전략:** Mountain Pass 자체 HREE와 Recycling 등 외부 공급원을 병행 검토. 단순 CAPA 확대보다 고객·가격·경제성을 먼저 확보한 뒤 CAPEX를 집행하는 수익성 중심 투자원칙을 유지

2Q26 MP Materials 실적

(백만달러, %)	2Q25	YoY (%)	1Q26	QoQ (%)	2Q26E	2Q26P	과리율 (%)
매출액	57.4	89.0	90.6	19.7	99.0	108.5	9.6
영업이익	-43.9	적지	-24.1	적확	-20.5	-32.0	-56.3
EBITDA	-12.5	흑전	36.6	-22.2	26.7	28.5	6.9
세전이익	-42.7	적지	-13.6	적확	-16.4	-29.3	-79.0
순이익, 조정	-21.4	적지	6.7	적전	-9.0	-2.1	76.8
순이익, GAAP	-30.9	적지	-8	적확	-14.8	-20.3	-36.8
EPS, 조정 (\$)	-0.13	적지	0.03	적전	0.0	0.0	65.5
EPS, GAAP (\$)	-0.19	적지	-0.04	적확	-0.1	-0.1	-59.4

자료: Bloomberg, 상상인증권

MP Materials 연간 및 분기 실적 Table

(백만달러, %)	1Q24	2Q24	3Q24	4Q24	1Q25	2Q25	3Q25	4Q25	1Q26	2Q26	2023	2024	2025	1H26
매출액	48.7	31.3	62.9	61	60.8	57.4	53.6	52.7	90.6	108.5	253.4	203.9	224.4	199.1
Price protection agreement								51	42.3	17.6			51	59.9
REO	40.1	24.4	43.1	36.8	30.1	11.9	0	0	0	0	252.5	144.4	42	0
Production (KMTs)	11.2	9.1	13.7	11.5	12.2	13.1	13.3	12.1	13	11.1	41.6	45.5	50.7	24.1
Sales (KMTs)	9.3	5.8	9.7	7.8	6.3	2.7	0	0	0	0	36.8	32.7	8.9	0
Realized Price (\$/MT)	4,294	4,183	4,425	4,717	4,808	4,468					6,854	4,414	4,707	
Separated NdPr Products	8.3	6.5	19.2	23.7	24.3	25	30.9	34.9	71.1	94.4	0.7	57.8	115.1	165.6
Production (KMTs)	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.9	0.8	0.2	1.3	2.6	1.8
Sales (KMTs)	0.1	0.1	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	1.0	1.0	0	1.1	2	2
Realized Price (\$/KG)	62	48	47	51	52.4	56.5	58.9	62	70.7	93.9	70	50.6	57.7	82.3
Other (Materials)	0.3	0.4	0.6	0.5	1.2	0.6	0.7	0.7	1	1.2	0.2	1.7	3.2	2.2
Magnetics					5.2	19.9	21.9	19.9	21.1	16.5			66.9	37.6
내부거래 제거								-2.8	-2.6	-3.7			-2.8	-6.3
매출원가	35.6	41.5	57.2	58.3	48.8	50.4	48.5	45.1	74.2	72.3	92.7	192.6	192.8	146.5
매출총이익	13.1	-10.2	5.7	2.7	12	7	5.1	7.6	16.4	36.2	160.7	11.3	31.7	52.6
GPM (%)	26.9	-32.6	9.1	4.4	19.7	12.2	9.5	14.5	18.1	33.4	63.4	5.5	14.1	26.4
판매비	45.5	43.3	45.2	46.7	46.8	50.9	72.1	11.3	40.5	68.2	178.4	180.7	181	108.8
영업이익	-32.4	-53.5	-39.5	-44	-34.8	-43.9	-67	-3.7	-24.1	-32	-17.7	-169.4	-149.4	-56.2
OPM (%)	-66.5	-170.9	-62.8	-72.1	-57.2	-76.5	-125.2	-7	-26.6	-29.5	-7	-83.1	-66.6	-28.2
세전이익	23.6	-48.2	-34.9	-34	-27.2	-42.7	-58.4	10.6	-13.6	-29.3	71.4	-93.3	-117.8	-43
세전이익률 (%)	48.5	-154	-55.5	-55.7	-44.7	-74.4	-109.1	20	-15	-27	28.2	-45.8	-52.5	-21.6
순이익	16.5	-34.1	-25.5	-22.3	-22.6	-30.9	-41.8	9.4	-8	-20.3	24.3	-65.4	-85.9	-28.3
NPM (%)	33.9	-108.9	-40.5	-36.6	-37.2	-53.8	-78	17.9	-8.8	-18.7	9.6	-32.1	-38.3	-14.2

자료 : MP Materials, 상상인증권

부문별 2Q26 실적 하이라이트

Materials Segment

Delivered strong NdPr production and sales volumes

- Produced 840 MT, +41% YoY
- Sold 1,006 MT, +127% YoY

Commissioning of Dy/Tb circuit underway

Signed significant long-term offtake agreement with new American aerospace and defense customer for separated gadolinium, expanding HREE business at attractive economics

Generated solid financial results

- Segment Revenue plus PPA Income of \$113.2 million
- Segment Adjusted EBITDA of \$32.5 million, +\$45.2 million YoY

Magnetics Segment

Magnet commissioning and qualification advancing

- Magnets delivered to GM for in-car qualification/regulatory testing
- On track for initial commercial magnet deliveries in Q4

10X construction accelerating

Launched Project Swarm to aggregate demand and standardize specs for the drone industry

- Executed subscription agreements with multiple leading U.S. and allied customers

Continued profitable precursor product sales

- Segment Revenue of \$16.5 million
- Segment Adjusted EBITDA of \$7.5 million

연결 분기 실적 비교

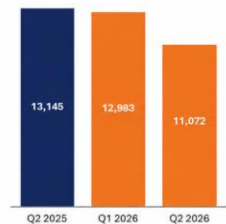


자료 : MP Materials

분기별 업·다운스트림 생산량 및 판매량

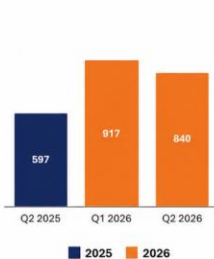
Upstream KPIs

REO Production Volumes

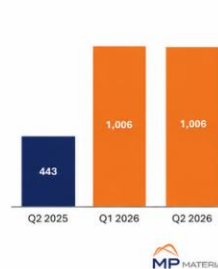


Midstream KPIs

NdPr Production Volumes



NdPr Sales Volumes²



자료 : MP Materials

자료 : MP Materials

사업부별 분기 외형 및 이익

Materials Segment¹

Segmental Revenue and PPA Income

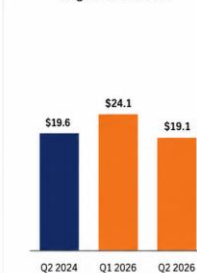


Segmental Adjusted EBITDA²



Magnets Segment¹

Segmental Revenue



Segmental Adjusted EBITDA²



자료 : MP Materials

MP Materials 손익계산서

(백만달러, %)	2021	2022	2023	2024	2025
매출액	332	527.5	253.4	203.9	224.4
Price protection agreement income					51
매출원가 (D&A 제외)	76.3	92.2	92.7	192.6	192.8
매출총이익	255.7	435.3	160.7	11.3	31.7
GPM (%)	77	82.5	63.4	5.5	14.1
판매관리비	56.6	75.8	79.2	83.3	112.1
감가상각비	24.4	18.4	55.7	78.1	89.3
Start-up 비용	4.6	11.8	21.3	5.7	4.3
Advanced projects & development			14.9	9.3	24.2
기타 영업비용(순)	4.8	1.9	7.2	4.3	2.2
영업비용 합계	166.6	200.1	271.2	373.3	424.8
영업이익	165.3	327.4	-17.7	-169.4	-149.4
OPM (%)	49.8	62.1	-7	-83.1	-66.6
순이자손익	-8.9	-5.8	-5.3	-23	-31.5
채무 조기상환이익				52.9	
기타 영업외손익(순)	3.8	19.5	56	46.2	63.1
세전이익	160.2	341.2	33.1	-93.3	-117.8
세전이익률 (%)	48.3	64.7	13.1	-45.8	-52.5
법인세(비용)/환입	-25.2	-52.1	-8.8	27.9	31.9
순이익	135	289	24.3	-65.4	-85.9
NPM (%)	40.7	54.8	9.6	-32.1	-38.3
희석 EPS (\$)	0.73	1.52	0.14	-0.57	-0.5

자료 : MP Materials, 상상인증권

MP Materials 재무상태표

	2021	2022	2023	2024	2025
현금및현금성자산	1,179.30	136.6	263.4	282.4	1,166.00
현금, 단기투자	1,179.30	1,182.30	997.8	850.9	1,830.30
매출채권	51	32.9	10	18.9	14.6
재고자산	38.7	57.6	95.2	107.9	171.6
기타 유동자산	7.8	18.9	8	10.2	17.3
유동자산 계	1,276.80	1,293.80	1,131.20	1,031.30	2,165.80
유형자산(순)	610.6	935.7	1,158.10	1,251.50	1,369.80
재고자산(비유동)		5.7	13.4	19	80.5
PPA 선급자산(순)					209.7
기타 비유동자산	2.2	2.5	14.9	15.7	38.3
비유동자산 계	612.9	944	1,205.30	1,302.20	1,698.40
자산총계	1,889.70	2,237.80	2,336.50	2,333.60	3,864.20
매입채무·건설미지급금	35.7	72.3	28	23.6	36.7
미지급비용			73.9	64.7	95.1
유동성 장기차입금	16.1				67.4
이연수익(유동)				56.9	74.3
기타 유동부채	4.3	4.1	6.6	18.9	25.6
유동부채 계	59.5	97.5	108.6	164	299
장기차입금(순)	674.9	678.4	682	908.7	931.3
이연수익(비유동)				43.1	83.9
이연정부보조금			17.4	20.1	22.1
이연투자세액공제				25.5	26.9
이연법인세부채	104.5	122.4	130.8	85.3	51.6
기타 비유동부채	7.8	5	25.1	26.1	57
비유동부채 계	821.4	827.7	862.1	1,114.70	1,172.70
부채총계	880.9	925.2	970.7	1,278.70	1,471.80
상환전환우선주					413.6
자본총계	1,008.70	1,312.60	1,365.80	1,054.90	1,978.80

자료 : MP Materials, 상상인증권

HREE 생산 판매 가속, 영구자석 JV도 기대

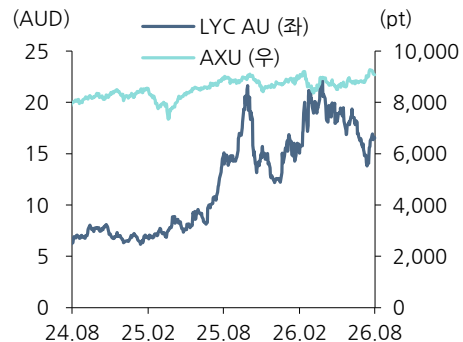
Not Rated

목표주가 N/R	Not Rated
총가(26.08.18)	16.50 AUD
상승여력	-

Stock Data

ASX (08/18)	9,070.04 pt
시가총액	167.3억 AUD
액면가	NA
52주 최고가	22.37 AUD
52주 최저가	12.15 AUD
외국인지분율	-
90일 일평균거래대금	1.33 억 AUD
주요주주지분율	
AustralianSuper	9.5 %
유동주식비율	88.4 %

Stock Price



2Q26 Review: 외형과 이익 컨센서스 상회

- 매출액은 A\$288.9mn(+69.7% YoY, +9.0% QoQ)으로 사상 최대 수준을 기록했으나 컨센서스 A\$372.9mn 대비 -22.5% 하회. ASP 급등에도 판매·생산물량이 기대에 미치지 못한 영향
- ASP는 A\$98.2/kg(+63.1% YoY)으로 사상 최고치를 기록. NdPr 가격 상승분 아니라 Dy·Tb 등 HRE 판매 Mix 증가와 시장가격 대비 Premium 확대가 ASP 상승을 견인
- TREO 생산량은 3,481t(+8.4% YoY)으로 증가했지만 NdPr 생산량은 1,857t(-10.7%)을 기록. Mt Weld의 water recycling 문제와 transition zone의 광석 특성 변화가 주된 원인

활발한 HREE 생산 및 판매, 말레이시아 JV 기대 지속 가능

- Dy·Tb 생산량은 19t으로 전분기 8t 대비 2배 이상 증가. Samarium oxide도 고객 qualification을 진행 중이며 첫 주문은 FY27 1Q 예상
- Lynas는 JS Link에 A\$50mn을 투자하고 말레이시아에 3,000tpa 영구자석 공장을 구축 중

Financial Data

	매출액 (M AUD)	영업이익 (M AUD)	순이익 (M AUD)	EPS (AUD)	PER (배)	EV/EBITDA (배)	PBR (배)	ROE (%)	배당수익률 (%)
2021	601.4	279.7	273.4	0.3	32.9	23.0	6.0	6.1	0.0
2022	975.2	525.6	534.1	0.6	13.9	22.8	4.4	3.1	0.0
2023	604.1	166.4	200.1	0.2	26.6	23.7	3.0	0.8	0.0
2024	482.8	53.3	50.9	0.1	91.9	48.1	2.5	1.4	0.0
2025	715.9	88.5	82.3	0.1	575.2	63.8	3.6	4.1	0.0

자료 : Lynas Rare Earths, 상상인증권

주요 Q&A 내용

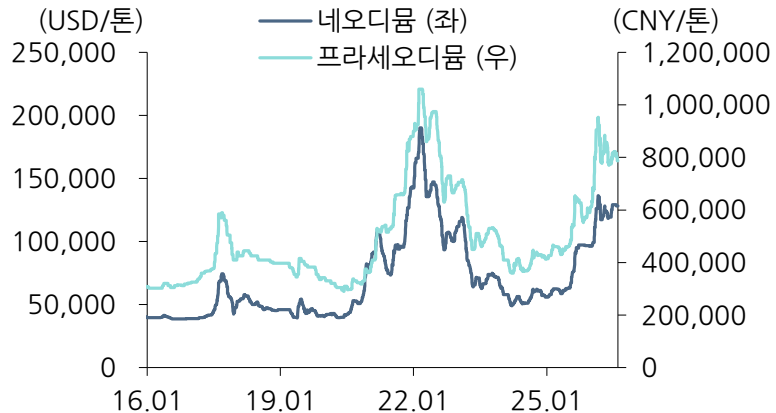
- **Mt Weld 정상화:** NdPr 생산 부진은 transition zone의 광석 품질 변동으로 flotation 효율이 저하된 영향. 주요 문제는 개선됐으며 향후 IsaMill 안정화 및 회수율 개선에 집중
- **HRE CAPEX 증가:** Malaysia HRE CAPEX A\$180mn → A\$294mn(+63%) 상향. 비중국 장비 조달 비용 증가와 고객 요구에 따른 고순도 정제설비 추가가 주요 원인
- **HRE 투자·생산 일정:** A\$294mn HRE CAPEX 가운데 현재 약 25%가 committed된 상태로 향후 FY27~28에 지출 집중 예상. Gd FY28 초 → Y 2028년 초 → Lu 2028년 4월경으로 제품군 확대 예정
- **중국 수출통제:** 고객들의 중국산 희토류 공급 우려 지속. 중국의 통제 강화 가능성에 대비해 비중국 HRE 공급능력의 전략적 가치가 확대되고 있다고 평가
- **JS Link 협력:** 말레이시아 3,000tpa 자석공장 구축을 지원하되 직접 자석 사업 진출보다는 파트너십 전략 유지. 광산·분리정제 중심의 경쟁력에 집중하며 downstream 연결 강화

2Q26 Lynas Rare Earths LTD 주요 KPI

(A\$m, A\$/kg, 톤)	2Q25	YoY (%)	1Q26	QoQ (%)	2Q26E	2Q26P	과리율 (%)
매출액	170.2	69.7	265	9.0	372.9	288.9	-22.5
ASP (A\$/kg)	60.2	63.1	84.6	16.1	101	98.2	-2.8
TREO 생산량	3,212	8.4	3,233	7.7	3,635	3,481	-4.2
NdPr 생산량	2,080	-10.7	1,996	-7.0	2,179.50	1,857	-14.8
Dy·Tb 생산량	-	-	8	137.5	-	19	-

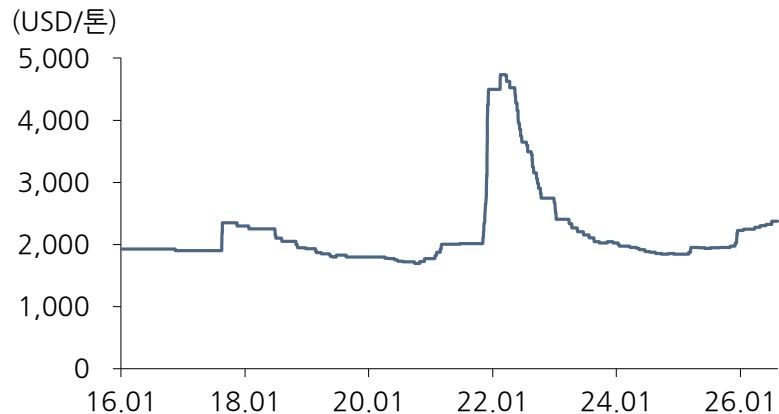
자료: Lynas Rare Earths, 상상인증권

네오디뮴 및 프라세오디뮴 현물가격



자료 : Bloomberg, 상상인증권

사마륨 현물가격



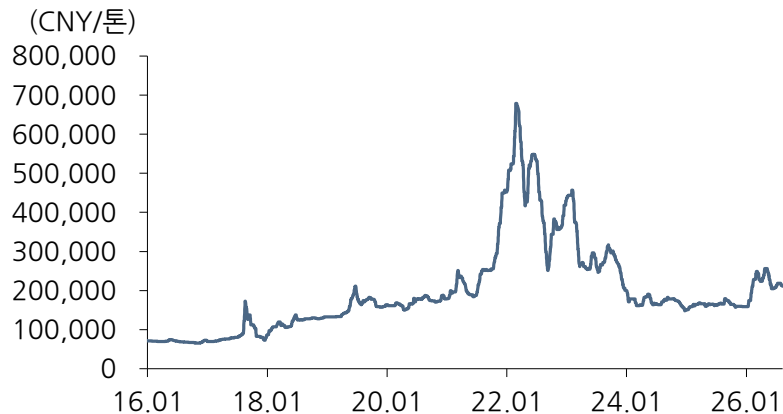
자료 : Bloomberg, 상상인증권

디스프로슘 및 테르븀 현물가격



자료 : Bloomberg, 상상인증권

가돌리늄 현물가격



자료 : Bloomberg, 상상인증권

Lynas Rare Earths LTD 분기 및 연간 실적 Table

(단위: 백만AUD)	1H23	2H23	1H24	2H24	1H25	2H25	2023	2024	2025
매출액	369.3	234.8	228.5	254.3	302.2	413.7	604.1	482.8	715.9
REO (tpa)									
* Mt Weld(12.0ktpa), Kalgoorlie(9.0ktpa) / Western Australia - up									
생산량	5,329	5,139	8,326	3,684	3,036	2,968	10,468	13,466	6,720
가동률 (%)	118	114	185	82	67	66	116	150	75
판매량	5,727	4,027	4,634	2,530	1,930	2,413	9,754	8,661	4,460
NdPr Oxide (pta)									
* Lynas Advanced Materials Plant(10.5ktpa + 1,500tpa) / Kuantan, Pahang, Malaysia - mid									
생산량	3,457	3,150	4,200	4,200	3,413	3,407	6,607	7,350	7,613
가동률 (%)	66	60	80	80	65	65	63	70	73
판매량	3,412	2,590	4,400	3,178	3,332	3,637	6,002	6,990	6,510
* Texas Processing Facility(5.0ktpa) / Texas, US - mid									
매출원가	214.9	159	171.6	205.3	221.4	271.7	373.9	376.9	493.1
매출총이익	154.4	75.8	56.9	49	80.8	142	230.2	105.9	222.8
GPM (%)	41.8	32.3	24.9	19.3	26.7	34.3	38.1	21.9	31.1
판관비	23.7	40.1	22.3	30.3	78.3	56.0	63.8	52.6	134.3
영업이익	130.7	35.7	34.6	18.7	2.5	86.0	166.4	53.3	88.5
OPM (%)	35.4	15.2	15.1	7.4	0.8	20.8	27.5	11.0	12.4
세전이익	177.8	50.3	55.2	7.0	2.7	87.0	228.1	62.2	89.7
세전이익률 (%)	48.1	21.4	24.2	2.8	0.9	21.0	37.8	12.9	12.5
순이익	160.6	39.5	45.0	5.9	2.1	80.2	200.1	50.9	82.3
NPM (%)	43.5	16.8	19.7	2.3	0.7	19.4	33.1	10.5	11.5

자료: Bloomberg, 상상인증권

주석: 실적 표기 시점은 회계연도가 아닌 실제연도로 환산

Lynas Rare Earths LTD 재무상태표

(단위: AUD 백만)	1H23	2H23	1H24	2H24	1H25	2H25
자산	1,342.9	1,645.3	2,277.6	2,724.8	2,916.5	3,994.9
유동자산	630.6	863.2	1,147.2	835.7	514.2	1,399.9
현금 및 현금등가물	312.6	573.5	934.2	686.1	308.3	745.7
재고자산	58.3	83.4	109.3	106.2	147.6	198.4
단기투자	200.0	100.7				285.2
비유동자산	712.3	782.1	1,130.4	1,889.0	2,402.3	2,595.0
유형자산 순액	616.8	668.5	974.0	1,723.7	2,190.8	2,285.0
무형자산총계	0.5	0.8	0.7	1.1	1.2	1.5
부채	378.5	392.4	464.3	523.7	570.9	630.5
유동부채	76.6	121.4	178.9	142.4	142.7	151.3
매입채무	27.6	47.8	79.9	53.8	71.7	87.4
단기차입금	16.6	20.9	21.9	20.9	30.6	28.5
단기충당금	26.6	45.6	43.9	57.9	28.4	23.4
비유동부채	301.9	271.0	285.4	381.3	428.2	479.3
장기채무	147.1	156.4	166.5	151.7	141.1	106.9
부채비용충당금	152.5	111.0	115.2	221.5	266.7	281.3
직원권리부여-장기	0.7	0.9	1.1	1.7	0.8	1.2
자본총계	964.4	1,252.9	1,813.4	2,201.1	2,345.6	3,364.3
이익잉여금	-832.1	-558.7	-24.7	175.4	226.3	308.6
자본	964.4	1,252.9	1,813.4	2,201.1	2,345.6	3,364.3
충당금총계	-63.1	-48.0	-35.0	-65.4	28.3	50.3
자본금	1,859.6	1,859.6	1,873.0	2,091.1	2,091.1	3,005.4

자료: Bloomberg, 상상인증권
주석: 실적 표기 시점은 회계연도가 아닌 실제연도로 환산

Compliance Notice

- 본 자료에 기재된 내용들은 작성자 본인의 의견을 정확하게 반영하고 있으며 외부의 부당한 압력이나 간섭 없이 작성되었음을 확인합니다. (작성자:김진범)
- 본 자료는 고객의 증권투자를 돕기 위한 정보제공을 목적으로 제작되었습니다. 본 자료에 수록된 내용은 당사 리서치센터가 신뢰할 만한 자료 및 정보를 바탕으로 작성한 것이나, 당사가 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없으므로 참고자료로만 활용하시기 바라며 유가증권 투자 시 투자자 자신의 판단과 책임하에 최종결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 자료는 어떠한 경우에도 고객의 증권투자 결과에 대한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다.
- 본 자료는 당사의 저작물로서 모든 저작권은 당사에게 있으며 어떠한 경우에도 당사의 동의 없이 복제, 배포, 전송, 변형될 수 없습니다.
- 동 자료는 제공시점 현재 기관투자가 또는 제3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.
- 동 자료의 추천종목은 전일 기준 현재당사에서 1% 이상 보유하고 있지 않습니다.
- 동 자료의 추천종목은 전일 기준 현재 당사의 조사분석 담당자 및 그 배우자 등 관련자가 보유하고 있지 않습니다.
- 동 자료의 추천종목에 해당하는 회사는 당사와 계열회사 관계에 있지 않습니다.

투자등급

구분	투자의견 기준 및 기간	투자등급	투자의견 비율	비고	구분	투자의견 기준 및 기간	투자등급	투자의견 비율	비고
산업 (Industry)	투자등급 3단계 향후 12개월 시장 대비 상대수익률	Overweight (비중확대)	80.0%	시가총액 대비 비중확대	기업 (Company)	투자등급 3단계 향후 12개월 절대수익률	BUY	92.9%	절대수익률 15% 초과
		Neutral (중립)	20.0%	시가총액 수준 유지			HOLD	7.1%	절대수익률 +15% ~ -15%
		Underweight (비중축소)	0.0%	시가총액 대비 비중축소			SELL	0.0%	절대수익률 -15% 초과
			합계 100%					합계 100%	

편집상 공백



상상인증권
sangsangin securities

