

## - 国際会議報告 -

# コデルコ社技術革新会議(Technological Innovation Conference)の概要

## 金属資源技術グループ/生産技術チーム

### はじめに

平成 17 年 9 月 12、13 日の 2 日間、チリのサンチャゴでコデルコ社主催による技術革新会議 (Technological Innovation Conference) が開催され、チリ国内を中心に約 300 人の関係者が参加した。

本稿では、世界最大の銅生産企業であるコデルコ社をはじめとして、鉱業関係者による最新の鉱山技術に関する講演が行われたことから、その一部を紹介する。

なお、関係者によると、本会議の開催主旨は、平成 17 年 12 月に行われる大統領選挙に関連したコデルコ社の存在感誇示、新たに施行されるロイヤリティ法に関連した科学技術開発費増加分の獲得を意図したチリ国内関係者向けとの見方がある。

### 1. 会議の構成及び参加者等

今回の会議では、技術革新をテーマに全体で 5 つのセッション (世界企業における技術革新モデル、コデルコ社の技術革新への取り組み、坑内採掘技術、バイオ湿式製錬技術、情報・通信技術) 毎に 3 ~ 4 名のプレゼンターによる講演が行われた。

配布された資料では、参加者は約 300 名で約 9 割がチリ国内の関係者であり、主な参加企業は、Phelps Dodge 社や Rio Tinto 社等のメジャー企業、重機メーカー、通信メーカー、日本からは、今回の会議で発表を行った NTT を始め、鉱山会社、商社、銀行等が参加した。

会議は、大型映像設備を駆使したコデルコ社の企業イメージ・ビデオが講演の合間に大音響とともに上映されるなど、通常の技術会議とは異なるイベント的な雰囲気の中で行われた (写真 1、2)。



写真 2 大型映像と大音響の他、会場の中央部には巨大オブジェが配置



写真 1 会場の様子 (世界から約 300 人が参加)  
各テーブルには電気銅板が用いられる

### 2. 主な講演の概要

#### (1) セッション 1 :

##### 世界企業における技術革新モデル

Phelps Dodge 社が進める技術開発戦略の他、鉱業関係者以外の世界企業 (化学メーカー、通信メーカー NTT 他) が実践する技術革新のケーススタディにつき紹介が行われた。

タイトル : Phelps Dodge 社の技術開発と革新

講演者 : John O. Marsden 氏

(同社副社長)

技術開発と革新は、銅産業における競争力維持のために必要な手段であり、鉱業界は、一般的に銅価の変動サイクルに応じつつ、企業毎に売上額の 0.1 ~ 1.0 % を技術開発分野に投資し

ている。同社は、これまで数々の鉱山（例：モレンシー、チノ、カンデラリア）操業を通じて、大規模スケールのSX-EW（溶媒抽出・電解採取法）、自動化されたトラックによるディス・パッチシステム、リーチングによる採取率の最適化、精鉱品位の向上、巨大トラックタイヤの技術開発、精鉱リーチング技術の開発（2003年）等の豊富な知見を有している。

同社の技術戦略ガイドラインには、銅の抽出が最重要ポイント、基礎的研究ではなく、適用技術に焦点を当てる、選択された分野の卓越したコア部分（鉱物特性把握、湿式製錬等）を実施、プロジェクト・マネジメントの厳格化（評価、ランキング、プロジェクトの優先付け、ステージ・ゲート・プロセス）、実行することの重要性、最良の経験を制度化（継承）、戦略的なパートナーシップの推進、共同研究の推進、という8項目が示されている。加えて、その技術開発計画には、毎年のデータ更新、明確なビジョンとミッションの策定、リスクの認識、リスクを取り扱うプロジェクトとプログラムの開発、優先度化、実行計画の策定（ステージ・ゲート・プロセス）、フォローアップに着目することが明記されている。特に、に関しては、具体的に7段階に細分化された行動と決定プロセスが定められている（図1）。

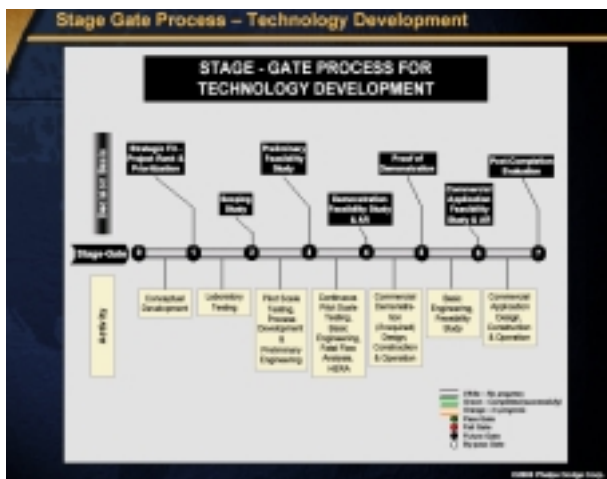


図1 ステージ・ゲート・プロセス

このステージ・ゲート・プロセスの必要性は、以下の理由で説明される。

Hatch/Washington 協会の調査によると、新技術が商業ベースで成功する確率は、概念の段階で 1/300、パイロット・プラントの段

階で 1/30、実証試験段階で 1/4 と言われている（成功する確率の認識が必要）。

ステージ・ゲート・プロセス活用のメリットは、失敗例と成功例の蓄積によるリスクの管理が可能、最適事業への資源集中、技術開発コストのマネジメントが容易なことである。

同社の技術開発重点分野は、もちろん、採鉱、選鉱であり、その銅生産方法は、1983年の乾式製錬 100% から 2004年には湿式製錬（SX-EW）が 66% を占めるまでに拡大している。現在、実用化に近い技術としては、高速度ワイヤレス通信技術、GPS ナビゲーション、連続採鉱プロセス、大型機械による大規模選択的採鉱技術、精鉱リーチング SX-EW（2005年10月、米国モレンシー銅鉱山は2007年から黄銅鉱を湿式製錬で生産する旨をプレスリリースしている）、精鉱リーチング 直接 EW（商業化に向けた実証プラント建設中）、低品位黄銅鉱の堆積場におけるリーチング（商業化に向けた実証試験テストを進行中）、新 EW 技術（商業化に向けた実証試験テストを進行中）、新ミル技術（高圧摩鉱技術：メリットは高い処理量、良好なエネルギー効率、フレキシブル性が高いこと等である。Cerro Verde ではすでに SAG ミルの代わりに本システムを導入）、QemSCAN 技術による鉱物特性把握調査（商業化及び適用中）、環境修復技術である。

最後に、効果的な技術開発を行うための鍵となる要素は、インフラと環境（調査・開発能力、操業経験、実行能力）、資源（人、金、時間）、将来を見越す経営能力、経済状況の見極め（好機を逃さない）、長期的な将来展望の確立、シニアマネジメント、取締役会、株主の同意を得ることである。

## （2）セッション2：

### コデルコ社による技術革新の取り組み

生産性向上を目指す新たなチャレンジのため、コデルコ社が世界の様々な研究機関・企業と実施する連携モデル（パートナーシップ・モデル）の紹介が行われた。

タイトル：コデルコ社の技術革新モデル

講演者：Juan Enrique Morales Jaramillo 氏  
(同社開発担当副総裁)

鉱山業は、採鉱環境が日々複雑化する資源産業である。その例として、鉱石品位の低下、採掘の深部化による諸課題の発生（例：坑内採掘では採掘対象鉱石が硬岩化、露天採掘ではピット傾斜の管理が必要、運搬距離が増加）に対応する必要が生じている。同社が操業する鉱山の鉱石品位は、1976年の1.7%以上から、2004年には0.94%まで低下し、逆に鉱石中の不純物は、1980年代の1.1～1.2%から2000年には1.6%近くまで増加している。

1980～1990年代、同社は鉱山業における競争力強化策として、操業規模の拡大、外注化、業務管理の改善で対応してきた。しかし、2000年代に入り、鉱山業を巡る環境の変化を受け、同社の新たな競争力強化戦略として、今後の持続可能な開発や銅の需要増大（中国等の影響）を前提に、技術革新に基づく低コストのプロジェクト開発を推進することとした。このため、同社は、世界中の企業、研究機関と様々な形で共同事業を行っている。一例として、コデルコ社のビジネス中核ではない技術を共同出願・共同開発する同盟方式、鉱業向けの最先端技術革新を進める政府系研究グループ（CSIRO（豪）、BRGM（仏）、豪州の大学（複数）、カリフォルニア大学、ベルリン大学等）とのコンソーシアム方式、ハイリスクで多額な投資を必要とする事業を複数の企業（BHP Billiton（英国）、日鉱金属（日本））と提携し、総合的な解決策を生むための補完的コア技術を統合する多企業共同方式等を実施している。

今後の取り組み目標は、新技術を不採算資源に適用して採掘可能にすること、工業所有権の創出を進めること、技術革新を推進するための社内組織を形成すること、である。このため、現在、地質工学、輸送工学、電子工学、素材科学等の広い範囲をカバーする専門家集団を形成すると同時に、資源問題に対して世界レベルの科学的インパクトを持った研究者集団を招聘することを検討している。

タイトル：コデルコ社の技術的飛躍/坑内採掘鉱山の連続採掘法

講演者：Fernando Geister B. 氏  
(同社技術開発担当部長)

Fidel Báez N. 氏

(同社坑内採掘鉱山プロジェクト担当部長)

坑内採掘法の技術的変遷を概観すると、1905～1970年頃までは、細粒・軟岩である二次岩石の採掘は機械より手作業が主体となっていた。その後、現在までは、採掘対象が粗粒・硬岩の一次岩石の採掘に移ったため、機械化が進みエネルギー消費量が増加した。さらに岩盤の発破には熟練工、コスト上昇にはモニタリングによる管理が必要になってきた。

今後、坑内採掘における同社の取り組みテーマは、12年間で坑内採掘量を200,000 t/日から350,000 t/日に増加させること、一次岩石の採掘比率増加に対応すること（同期間に採掘切羽の一次岩石比率は50%から75%に増加）、坑内採掘コストの上昇を抑制することである。現在、同社の坑内採掘対象となる埋蔵鉱量は、98億8百万t（平均品位0.81%）と巨大であり、将来開発される新規坑内採掘プロジェクトとしては、Chuquicamata 鉱山の坑内採掘プロジェクト（2013年）、Sur - Sur 鉱山坑内採掘プロジェクト（2013年）、MM Alejandro Hales 鉱山の坑内採掘プロジェクト（2015年）、El Teniente 鉱山の坑内採掘レベル開発（2016年）が挙げられる（表1）。

表1 コデルコ社の坑内採掘鉱山の概要

事業所名	鉱山	採掘開始年	埋蔵鉱量 (百万t)	Cu品位 (%)	含銅量 (百万t)
Codelco Norte	Chuquicamata	2013	1,276	0.82	10.50
	MM A. Hales	2015	339	0.91	3.08
Slavador	Indio Muerto	1959	87	0.58	0.50
Andina	Rio Blanco	1970	1,461	0.70	10.19
	Sur - Sur	2013	1,091	0.70	7.60
	Don Luis	2026	1,298	0.77	9.96
El Teniente	El Teniente	1905	4,256	0.89	37.88
合計			9,808	0.81	79.71

これら状況に対応する今後の技術開発課題は、ブロック・ケーシングに対する最適な鉱石落下方法（事前破碎準備の活用）、生産効率向上に資する同時・連続採掘法、採掘現場での鉱石破碎・連続運搬等の鉱石管理方法、各種鉱山機械の自動化（リモート・コントロール）、支

保・補強の削減方法、操業コストの安定化とズリ混入の管理方法である。このため、1999年から坑内採掘法に関する技術開発を5か年計画で開始し、様々な機関と分野毎に共同事業方式を実施している。本事業方式は、技術の期待度と熟成度により、図2のとおり分類される。



図2 共同事業方式の概念図

現在、この概念に基づき、Deutsche Bergbau-Technik GmbH (ドイツ)とは採掘機械の設計・開発、連続運搬機械の開発、サービス業務設備の開発、IM2 (チリ)とは技術の概念設計、マイニング・デザイン、設備機械の設計、JKMRC (豪州)とは(ブロック・ケーピングに関する)粒度予測、重力流量モデル、CSIRO (豪州)とは水圧事前破碎、Sandvik-Tamrock (フィンランド)とは二次破碎機の開発、MMD Sizer (英国)とは低型破碎機の開発、ORICAとは自動装着性火薬の開発等に関して共同事業を実施している。

前述のとおり、坑内採掘法の技術的変遷は対象となる岩質により、これまでの手作業から機械化へ推移してきたが、将来、さらに鉱床の低品位化、深部化が進むと予想される中で、さらなる生産量の倍増、三倍増に対応する新しい採掘法の概念が必要となる。同社は低コストで高い競争力を持つ坑内採掘を実現するため、以下に示す技術課題を踏まえて大規模連続採掘という新しい坑内採掘方法を検討している。

技術課題

- ・ 岩石(破碎)事前準備
- ・ 二次碎鉱機の開発
- ・ 新しい鉱石管理システムの開発
- ・ 連続採掘機、連続運搬機の開発

} 連続採掘法

} 準連続採掘法

岩石(破碎)事前準備(図3): ブロック・ケーピングの実施に際して、採掘前の岩盤に水圧破碎等により事前に割れ目を形成し、技術的・経済的により効率の良い採掘を可能にすること

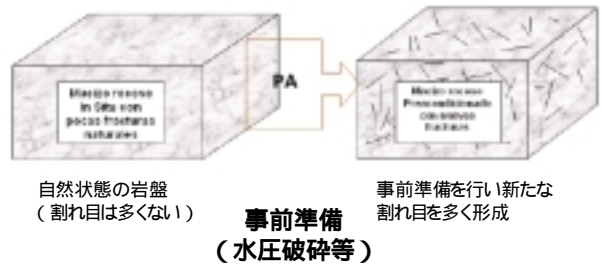
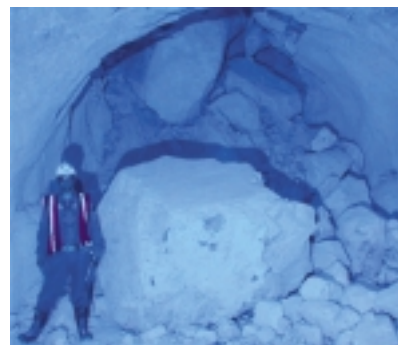


図3 岩石事前破碎の概念図

本方法は、これまでに、Salvador 事業所、Andina 事業所(2回)、El Teniente 事業所で計4回の試験を実施している(47,000m<sup>3</sup>、15,000t)。この結果、岩盤中に多くの割れ目が形成し、発破後の鉱石落下が良好、鉱石塊のぶら下がり・いつきが減少する等、生産性の向上とコストの低減が達成できることを確認した(写真3)。



事前準備なし



事前準備あり(鉱石の引き抜きが良好)

写真3 鉱石引抜き口での状態

二次碎鉱（小割り）機の開発：鉱井のいつき除去かつ大型鉱石塊の小割りの役目を担う機械で、破碎効率の向上と作業における危険率が低下することにより二次破碎工程の改善が期待できる。

坑内準連続採掘法（図4）：低型破碎機を導入し、破碎効率の向上、さらに主要運搬路にベルトコンベヤーを設置して行う採掘法である。この組合せ（低型破碎機＋ベルトコンベヤー）は坑内に設置しやすい、エネルギー消費が低いものの破碎能力が高い、移動が容易で適応性が大きい等の利点がある。

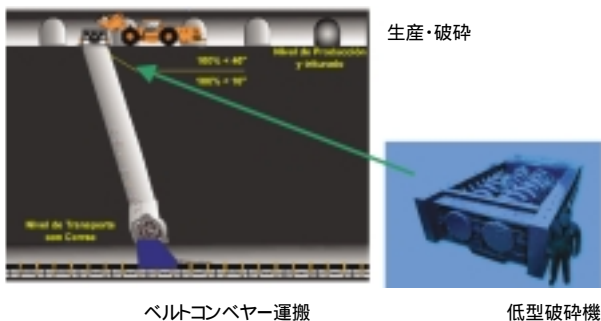


図4 坑内準連続採掘法のご概念図

連続採掘法（図5）：24時間連続操業式採掘法であり、高度に機械化・自動化した方法である。



図5 連続採掘法のご概念図

連続鉱石引抜機及びベルトコンベヤーの開発（図6）：この連続採掘法を実施するため、連続鉱石引抜機的设计及びテストを行うとともに、低コストのプロトタイプ式連続運搬ベルトコンベヤーの開発を行う。

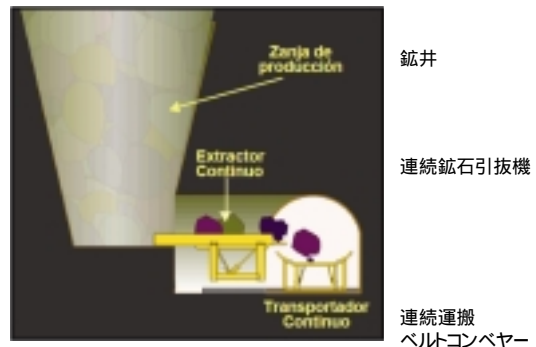


図6 連続鉱石引抜・運搬機のご概念図

その他、将来の課題としては、坑道の連続開発、支保の補強と坑道建設、補給業務に関連するプロジェクトの推進等が挙げられる。

### （3）セッション3：坑内採掘技術

現在、大規模鉱山開発の競争力を保つため、高い生産効率を有する新しい坑内採掘技術としてブロックケーピング法の適用が試みられている。このセッションでは、本分野の学術的専門家である豪州クィーンズランド大学のChitombo博士からその前提条件を含めた技術要素の紹介とRio Tinto技術サービス会社のRussell氏から実際の現場での適用事例の紹介等が行われた。

タイトル：坑内採掘におけるマス・マイニング技術の国際共同研究（国際ケーピング研究）

講演者：Gideon Chitombo氏

（クィーンズランド大学マス・マイニング・マネジャー）

ブロック・ケーピング技術は、1980～1990年代に、強固かつ亀裂の少ない岩盤に対して注目されていたが、1982年に始まったモデルコ社のテニエンテ4-southを除いて、一般的に、軟質岩盤への適用に制限されていた。現在、共同研究の進展により、これまでの軟質岩盤で得られた経験が最強のデータベースとして硬質かつ亀裂の少ない岩盤への適用に活用されている。

国際ケーピング研究（ICS：International Caving Study）は、1997年から2004年に亘り様々な分野で研究を行っている。第1期の1997～2000年は、Rio Tinto社やモデルコ社を含め

た9企業の協力により、硬質岩盤へのケービング適用可能性研究が行われ、破断化、亀裂シミュレーション、アンダーカット技術、リスク解析を盛り込んだ“Block Caving Geomechanics”という報告書が纏められた。続く、第2期の2001～2004年にはアングロ・アメリカ等の9社の協力により、ブロック、パネル、サブレベルの各ケービング方法における重力フロー、鉱石引抜技術、水圧を用いた事前破碎技術、ブロック・ケービングによる破碎化データベースの研究が行われた。この結果、重力フローのメカニズム解明やシミュレーション、鉱石引抜技術、硬質岩盤に対する事前破碎（水圧破碎）法、露天採掘から坑内採掘への移行におけるジオ・テクニカル解析等に関するガイドラインが作成された。

国際的なケービング研究のメリットは、6年間に亘る世界的なケービング研究の経験が生かされていること、ケービング技術に関心を有する本当の企業間協調が可能であること、データや経験の相互交換が可能であること等である。実際、1997～2004年の間に実用化された事例としては、Palabora（南ア）、NorthParkes（豪州）他が硬質岩盤へのケービング適用かつブロック高さ400m以上の成功例として知られており、この他にもプレ・アンダーカット法や事前破碎技術が多くの鉱山で実用化されている（図7）。

しかし、まだ硬質岩盤におけるケービング率や破碎化には解決すべき課題（粒状物質の重力挙動）が残されていることを認識しなければならない。

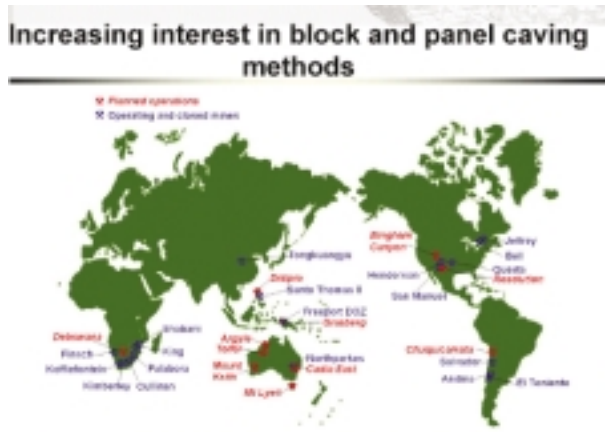


図7 ブロック、パネル・ケービング方法の採用増加

\*ブロック・ケービング法：坑内採掘の一種で、鉱体を大きな鉱画に分け、初めに各鉱画下部の鉱石を破碎して抜き取った後、崩落した鉱石を引き抜くことにより、順次、上部の鉱石を自然崩落させていく採鉱法。この方法が適する鉱体は、大規模鉱床でかつ鉱石の品位が比較的均質な場合である。また、鉱石の強度が重要である。

タイトル：坑内採掘における改革と技術/ Rio Tinto 社の予測

講演者：Frank Russell 氏

（同社技術サービス会社首席コンサルタントマネジャー）

同社の銅生産方法別シェアは、2014年に大転機を迎え、露天採掘から坑内採掘へ一転する（図8）。このため、坑内採掘におけるケービング法を積極的に採用しており、すでにPalabora鉱山（南ア）では、2005年に30,000t/日のフル操業へ移行、Northparkes鉱山（豪州）では、E48鉱体についてプレF/Sを実施中である。

Copper Output from Open Pits and Underground  
Rio Tinto Production Share

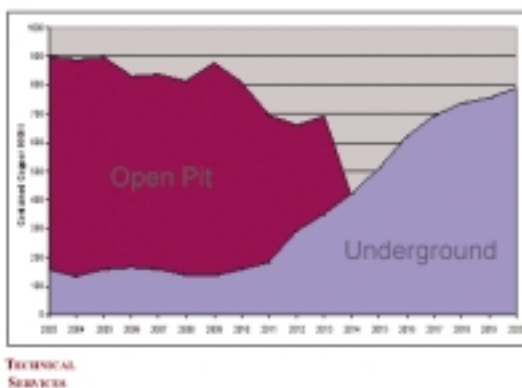


図8 採掘方法別の銅生産量

さらに、現在、ケービング（国際ケービング研究：豪州）、地震波トモグラフィ（ポーランド）、沈降メカニズム（コロンビア大学）等の各分野において外部研究機関と共同研究を実施している。ブロック・ケービングの研究テーマは、破碎化予測（図9）、ケービングのメカニズム、沈降（下）現象、岩石特性、鉱山操業の自動化等である。この他、将来的には、坑内貯鉱場からの連続積み込み、坑内破碎、ケービングした鉱石の坑内リーチング、二次破碎機の自動化等に取り組む予定である。

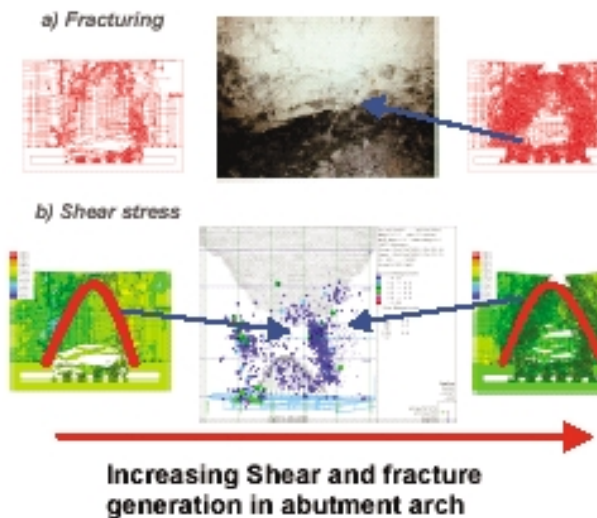


図9 ブロック・ケービングによる破碎化予測

#### （４）セッション４：バイオ 湿式製錬技術

低品位鉱石、不純物を伴う鉱石に対し、細胞学、バイオ情報等を駆使したバイオ・マイニングの適用可能性に関する研究が進んでいる。このセッションでは、数学的な解析事例、技術的なブレイクスルー、モデルコ社と日鉱金属（株）のJVであるバイオ・シグマ社による現在の研究状況が紹介された。

タイトル：鉱業用バイオテクノロジー

講演者：Ricardo Badilla O. 氏

（バイオ・シグマ所長）

モデルコ社と日鉱金属（株）が共同出資するバイオ・シグマは、特に低品位硫化鉱物を対象とするバイオリーチングを用いた鉱山開発を行うため、最新のバイオ技術を駆使した研究を展開中である。日鉱金属（株）には、日本の世界

的に進んだ最新バイオテクノロジー技術の導入を期待している。

現在の研究段階は、科学的な知識開発分野として、2003年から現在まで二次硫化鉱物（銅藍）のバイオリーチングプロセスを確認、2006年までに遺伝子学的研究を進め、一次硫化鉱（黄銅鉱）のバイオリーチングプロセスを確立する予定である。一方、商業化（実用化）技術分野の取り組みは、2006年までにパイロットプラントによるテストを経て、2007～2008年には商業化を想定したプロトタイププラントで最終的なバイオリーチングプロセスのデザインを策定する予定である（図10）。

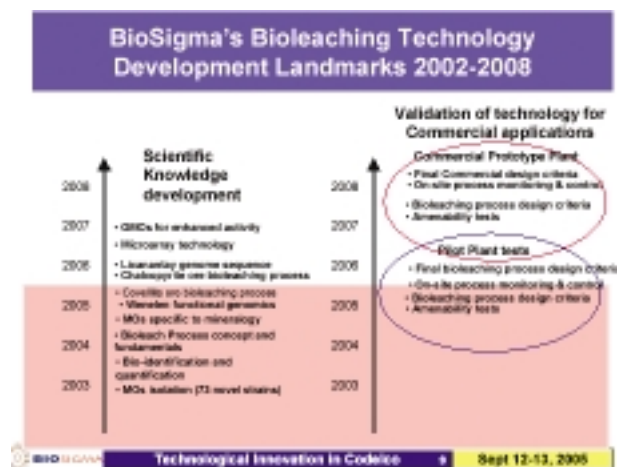


図10 バイオ技術開発方針

#### （５）セッション５：情報・通信技術

鉱業分野における ICT 技術（Information and Communication Technology）や自動化技術の潜在的インパクトを検証するとともに、実際の適用試験例として、モデルコ社とNTTが取り組む情報通信分野の共同技術開発の概要が紹介された。

タイトル：モデルコ社とNTTのICT共同開発

講演者：井上友二氏

（NTT技術戦略担当取締役）

トン単位の世界で活動するモデルコ社とナノ技術レベルを追求するNTTのコラボレーション研究の現状として、これまでモデルコ社から打診された60に及ぶ技術課題に対し、数多くの協議を経て以下の4つのテーマを決定し、各種試験を実施している。

AWG 技術：1本の光学ケーブルに無数の情報を載せることが可能な技術。これまでは、バンド幅に限界があり、多くのケーブルを必要とする等メンテナンスが困難であった。本システムは非常に小さく、すでにアンデーナ生産部門で試験・評価中である。

粉塵センサー（環境対策）：NTTが導入した日本の花粉予測モニターは1mm～0.1mmの花粉を検知できるため、この技術を同様のサイズを持つ粉塵予測対策に適用する技術である。現在、チュキカマタ鉱山から20km離れたチュキカマタ市に4本（鉱山に1つ）のタワーを立て、観測試験及び評価を実施中である。

光ファイバー歪センサー：地下坑道などに設置し、岩盤の歪の大きさと位置を連続して計測、安全操業を確保する技術である。歪が発生した場合は光ファイバー上で光の伝達量が異なることを利用して坑道（トンネル）内の歪を確認する。すでにエル・テニエンテ生産部門で坑内異常監視のための光ファイバーひずみ計測技術（BOTDR）システムとして導入し試験を実施中である。

無線アクセス：多数の重機が走る巨大な露天採掘鉱山で画像モニターや重機との情報伝達のため、NTTの無線IPアクセス技術を用いた無線LANシステムの構築を行うものである。コデルコ・ノルテ生産部門において操業・環境調整システムとして導入し評価を実施中である。

これらは、2005年の第3四半期までにパイロットテストを完了し、その後、実用化及び第二のパイロット試験を開始する予定である（図11）。

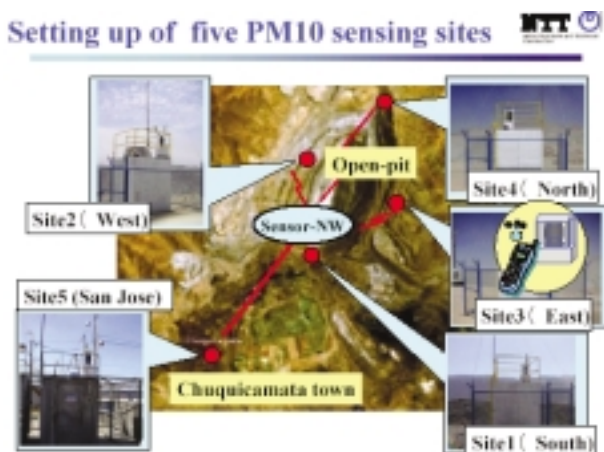


図11 粉塵観測システムのイメージ

## （6）その他：コデルコ社の戦略

本会議の最後にコデルコ社 Juan Villarzu Rohde 総裁から閉会の挨拶とともに、今後のコデルコ社の経営スタンスと取り組み方針につき講演がなされた。

タイトル：コデルコ2020、チャンスとチャレンジ  
講演者：Juan Villarzu Rohde 氏

（コデルコ社総裁）

同社は、労働者と経営者の戦略的同盟を築き、互いに常なる利益向上を目指して、事業のビジョン、使命感、価値観、責務、経営スタイルを共有している。1999年までの事業戦略は、“コデルコ社の近代化”と位置づけ、その目的を競争力強化と採算性の回復、目標をコスト削減（最低限10¢/lb）増産（500,000t）と生産性の向上（50%）としていた。しかし2000年以降現在までは、その事業戦略を企業内の共通プロジェクト形成に更新し、その目的を経済価値の向上と国庫への収納（配当）の最大化、目標を経済価値及び剰余金の倍増とした。さらに、現在、第3段階として、来年から2020年までの事業戦略を“新生コデルコの強化期間”と位置づけている。

ここで、価値の創造は未来の創造であり、価値の創造は三つの重要な舵取りにより生み出されるものとする。具体的には、資産の管理（埋蔵鉱量、機械設備類、工場・施設類、技術、ノウハウ等）、人材の育成と管理（安全、職業病管理、生活の質、研修、キャリアアップ等）、持続性の管理（環境管理、地域住民との関係等）である。

これまでの同社における様々な側面から見た変革（推移）は、表2のとおりである。

表2 コデルコ社企業概要

	1992年～1994年平均	2003年～2005年平均
鉱石品位%	1.18	0.92(品位の低下)
生産量(000fmt)	1,143	1,605(1.5倍)
カソード製造ネット・コスト(¢/lb)	61.8	55.2(生産コストの低減)
年間利益額(百万USD)	864	1,564
埋蔵鉱量(百万fmt)	61	119(倍増)
剰余金(2000～2005)(百万USD)	9,500	
経済価値(十億USD)	4～5	20～25



同社は、これから、中国の銅消費が急速に伸びること、2020年に向けて銅価は平均で年3.5～4%程度で上昇すると予想していることから、銅生産増加に向けてさらに積極的に対応していく。銅産業は、ここ20年間近くの価格低迷期を脱却し、しばらくは需要が供給を上回る状況になると認識している。今後、低コストで増産できる生産業者は増産して、需要と供給の差を埋め、合理的な価格帯での需要が中間持

続するように努力すべきである。同社は、コデルコ Norte、Andina 事業所プロジェクト、El Teniente 事業所プロジェクト、Salvador 事業所プロジェクト、Ventanas 事業所プロジェクト、Gaby プロジェクトの各事業において、例えば、露天採掘から坑内採掘への転換(チュキカマタ鉱山)等の挑戦を行い、2020年までには、低コストの鉱山開発を通じて銅量を1,800千tから2,500千tへ増大させる予定である(図12)。

## Demanda Inversional estimada (Millones de dólares)

Inversiones Totales	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Codelco Norte	787	1,023	930	426	457	484	232	573	532	250	212	238	256	192	231	164
Salvador	37	80	81	53	28	8	3	7	10	4	1	2	3	3	4	3
Andina	149	242	278	215	473	487	842	266	234	122	110	82	78	99	160	104
Teniente	424	365	261	268	281	234	180	203	308	462	559	307	114	138	168	219
Gaby	0	0	26	476	25	0	9	67	6	0	23	1	17	0	0	0
Ventanas	414	8	7	80	224	299	156	8	4	4	4	4	4	4	4	4
Corporativo	1,812	1,718	1,582	1,518	1,488	1,513	1,421	1,123	1,095	843	909	634	473	437	568	495

	2005	2006	2007	2008	2009
Tipo de cambio (\$/US\$)	585	630	635	640	640

Total US\$ 15.000 mill.

IPC Chile e IPM USA de acuerdo al Presupuesto 2005 Montos: Incluyen Proyectos de Inversión y desarrollos Mina  
Ref.:PND 2005

図12 今後の各部門における投資計画

本講演資料(パワーポイント)は、コデルコ社ホームページ

([http://www.codelco.com/english/hacia\\_futuro/fr\\_tecnologia.html](http://www.codelco.com/english/hacia_futuro/fr_tecnologia.html))に掲載されていますので、ご関心の向きは同サイトを確認してください。

(2005.12.9)

