

# 日中科学技術

No. 126  
2008.9.20

発行所

特定非営利活動法人 日中科学技術交流協会

〒103-0003 東京都中央区日本橋横山町 3-1 横山町ダイカンプラザ 403 号

E-mail : [jcstea@alpha.ocn.ne.jp](mailto:jcstea@alpha.ocn.ne.jp) URL : <http://www13.ocn.ne.jp/~jcstea/>

電話 : 03 (6431) 0456 Fax : 03 (6431) 0466

## 講演会「鉱物資源のリサイクルを考える」

7月18日(金) 16時半～18時 於 JNC 青山分室

当協会は、H20年7月18日((金)、JAEA青山分室で、司会、山脇副理事長、紹介、岡田理事のもと、標記テーマの講演会と懇親会を開催致しました。題名と講演者は下記の通りです。参加者は約20名です。



原田 幸明氏



仲 雅之氏

### ① 都市鉱山の可能性と課題

(独)物質・材料研究機構

材料ラボ長兼元素戦略クラスター長

原田 幸明氏

### ② DOWA の環境・リサイクル事業

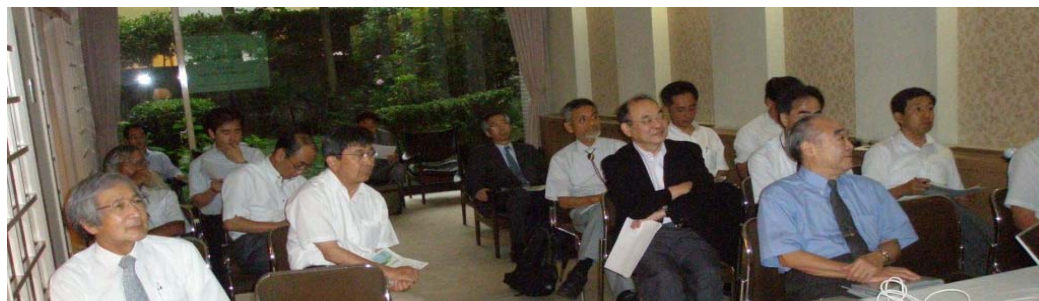
DOWA エコシステム株式会社

企画室担当部長

仲 雅之氏



懇親会

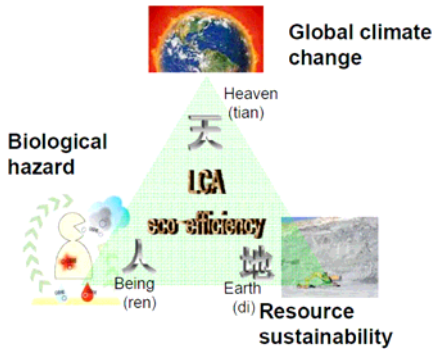


講演会場

**都市鉱山の可能性と課題**

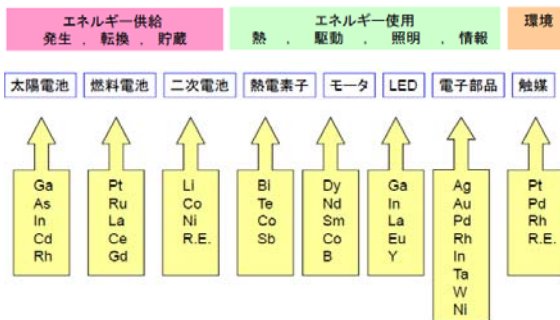
原田 幸明氏

問題が切迫しているからこそ、  
直面する課題だけでなく  
個々のリスクの科学的な把握を！



**燃料電池の白金の需要**

自動車: 90kW/1台 → Pt 90g/1台  
 約250万台/年 → Pt 250 トン/年  
 家庭用燃料電池セル 10kW/1 戸  
 → 100g/1 戸  
 25 万戸/年 → 20 トン/年必要  
**合計 270 トンPt/年 = 1億トンの鉄生産**



**石垣島宣言**

**資源利用の3つの原則**

資源を枯渇させない  
 環境リスクを増やさない  
 地域的・世代的に公正に配慮

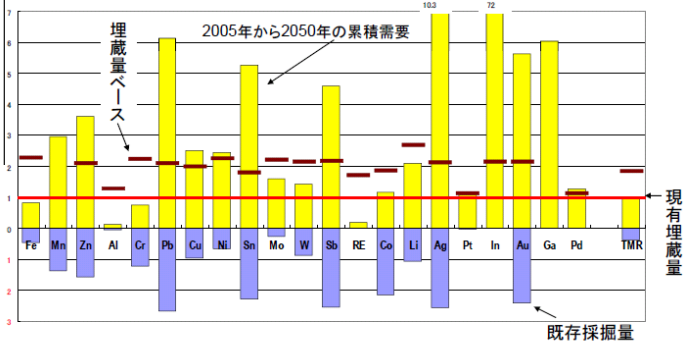
**4つの実践**

使わずに済むものは使わない (Reduce)  
 丁寧に使う (Reuse)

何度も使う (Recycle)  
 ありふれたものを使う (Replace)

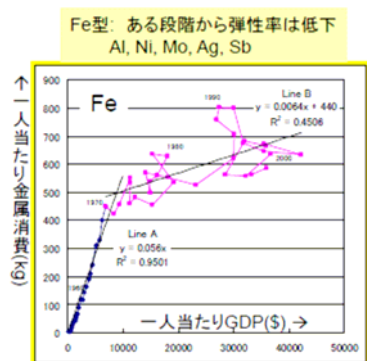
**埋蔵資源の使いきり**

- 2050年には現有埋蔵量の数倍の金属資源が必要になる。
- 2050年に現有埋蔵量をほぼ使い切るもの: Fe, Mo, W, Co, Pt, Pd
- 2050年までに現有埋蔵量の倍以上の使用量となるもの: Ni, Mn, Li, In, Ga
- 2050年までに埋蔵量ベースをも超えるもの: Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Sn

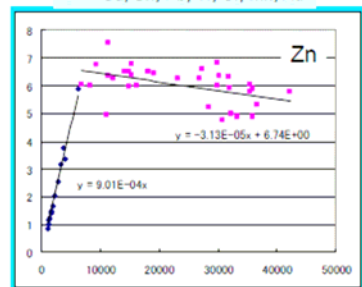


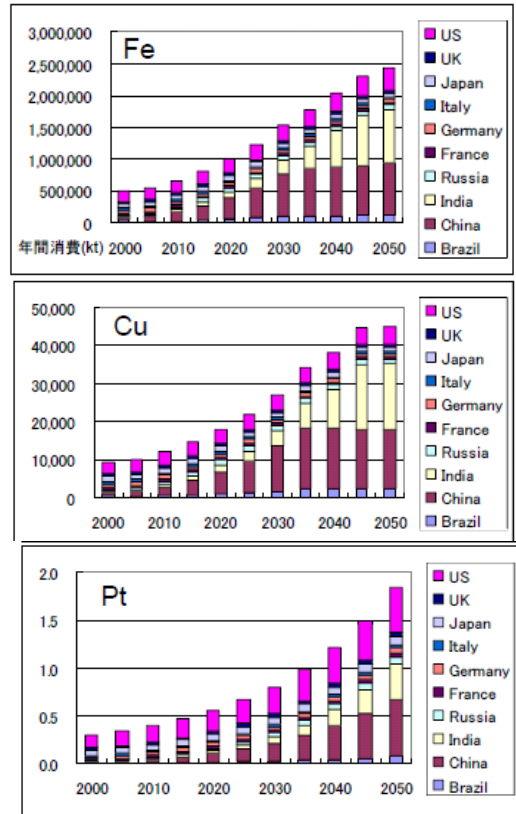
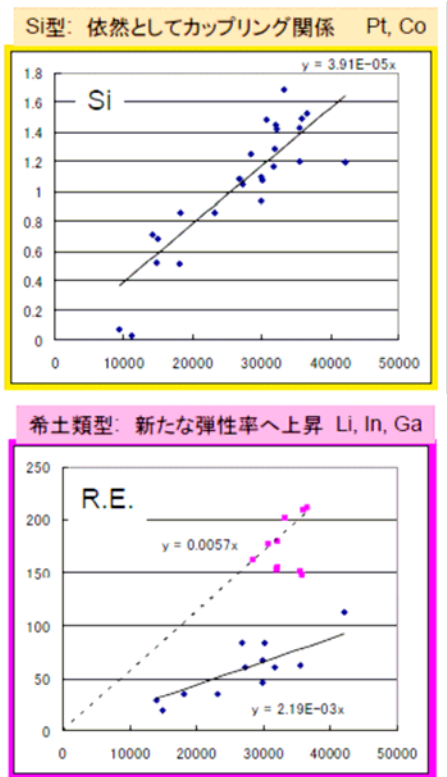
現有埋蔵量に対する2050年までの累積需要量

**対GDP金属資源消費の4つの類型**

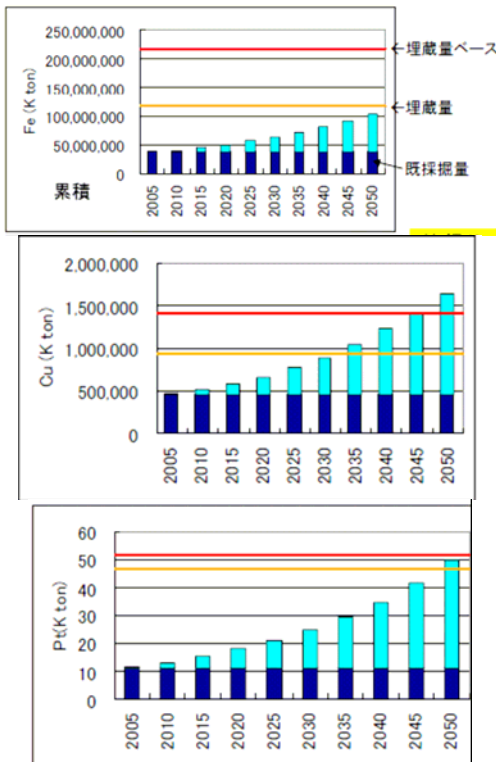


Zn型: ある段階から停滞・減少  
 Cu, Sn, Pb, W, Cr, Mn, Au





金属資源埋蔵量の消費



環境経済学者ハーマン・デイリーの持続可能な発展のための3原則

- 「再生可能な資源」の利用は再生速度を超えないこと
- 「再生不可能な資源」の利用は再生可能な資源で代用できる程度を超えないこと
- 「汚染物質」の排出は環境が循環、吸収、無害化できる速度を超えないこと

遠い未来の理想ではなく、現実の課題として準備すべき段階になってきた。

遠い未来の理想ではなく、現実の課題として準備すべき段階になってきた。

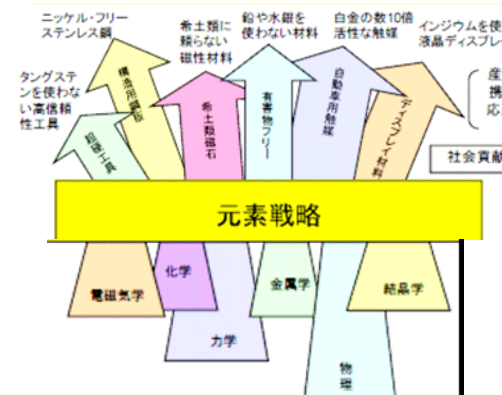
「元素戦略」とは！

- 元素多様性の発掘と物質創造
- 元素の役割を解明し、新材料を創製
- 希少金属・有害元素の代替技術開発

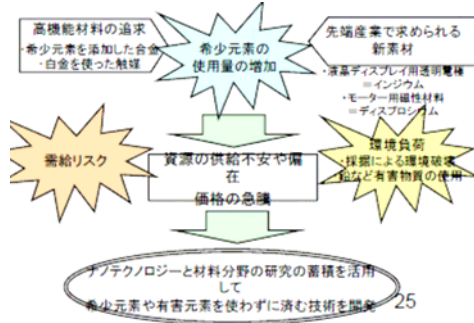
具体的材料創製を目指す元素戦略

- タングステンフリーの高信頼性工具

- ニッケルフリーステンレス
- 脱希土類磁性材料
- 鉛、水銀(有害物)フリー材料
- 脱白金触媒
- 脱インジウム液晶表示材



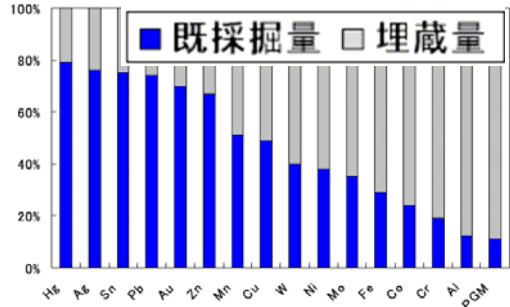
元素戦略の背景



4つの努力

資源リスクを回避するには  
しかも枯渇性資源も天然循環範囲に抑えるには

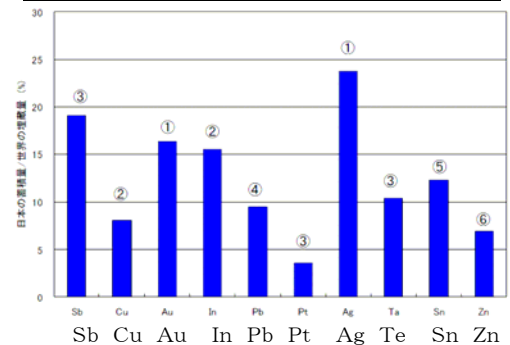
- 使わずに済むものは使わない Reduce ← 減量化技術
- 丁寧に使う(Reuse) ← 長寿命化技術
- Reuse → Long Life 信頼性技術
- 何度も使う Recycle ← リサイクル技術
- ありふれたものを使う Replace ← 代替技術
- 普通の素材使用



わが国の都市鉱山蓄積量



我国都市鉱山蓄積量の対世界埋蔵量率

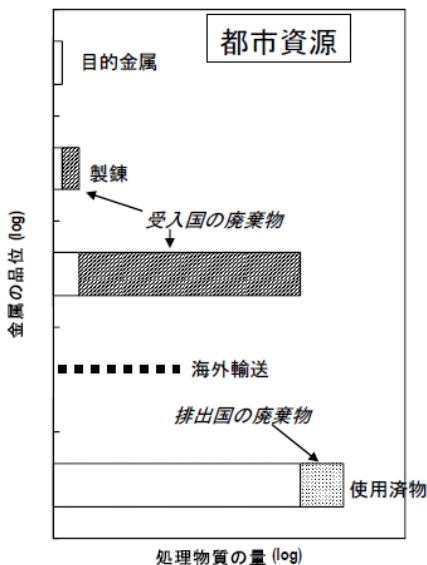
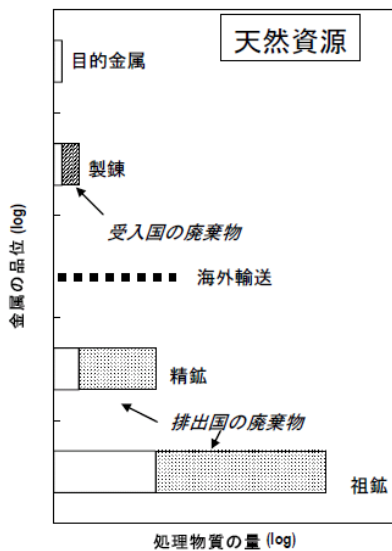


多くの地球環境問題は、大量生産・大量消費・大量廃棄から使用している物質の総量を削減することが重要

**使用済GOODS/BADS循環の新全球化段階**

	二国間資源確保	グローバル商品
最終需要	輸入発展国	中東等 有資金力国
再資源化目的	国内需要	輸出品原材料
素材品位	そこそこ可	国際製品レベル
輸入国内発生屑	十数年後まで少	加工・仮設スクラップ発生
発生国内用途	国内製品原材料需要	海外生産
動機	消費に必要	増値して売れる

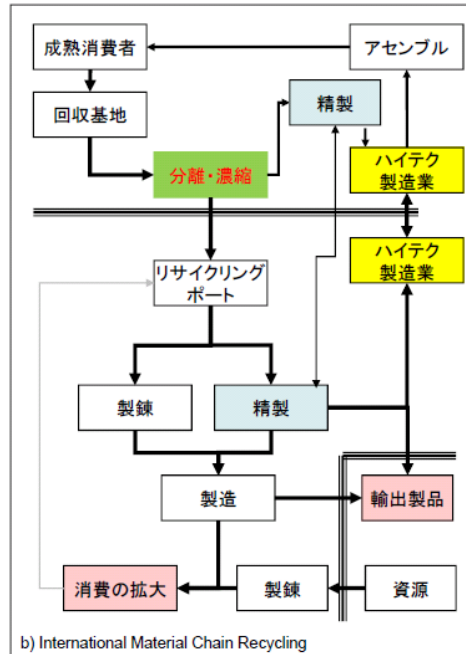
**天然資源と都市資源の類似**



**増殖リサイクル**

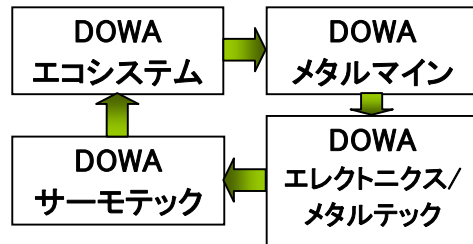
リサイクルは廃棄物処理でなく資源開発  
廃棄物削減でなく眠れる資源開発

**国際的 物質循環鎖**



**DOWAの環境・リサイクル事業**  
仲 雅之氏

**I. DOWA 環境・リサイクル事業**



**1. DOWAエコシステムの事業内容**

**・事業分野**

廃棄物処理、土壌浄化、金属リサイクル、  
環境コンサルティング



**・インフラストラクチャー**

- 廃棄物中間処理拠点4箇所  
（秋田、千葉、岡山、北九州）
- 最終処分場2箇所  
（秋田：270万m<sup>3</sup>、200万m<sup>3</sup>）
- 汚染土壌浄化「認定施設」2箇所  
（秋田：洗浄、熱処理）
- 自動車シュレッダーダスト処理施設2箇所  
（秋田、岡山）
- 自動車リサイクル（解体）施設1箇所  
（秋田）
- 貴金属湿式回収処理施設4箇所  
（埼玉、岡山、秋田、中国蘇州）
- 家電リサイクルプラント2箇所  
（秋田、熊本）
- 銅鉛貴金属複合製錬所と亜鉛製錬所  
（DOWAメタルマイン傘下、秋田→レアメタルを含む17元素を回収）

**2. DOWAの環境事業の特異点****●素材メーカーであるということ**

- メーカーとしての自身も他社の苦悩を理解
- 将来の発生物等の予想が可能
- 産業界の大きなメーカー企業との取引

**●鉱山業の血脈**

- 鉱山という地域で小社会を形成してきた
- Going Concernができる
- トータル管理の中での入り口管理の重要性
- 永久管理

→環境事業に非常にマッチ

**3. 廃棄物処理事業****中間処理**

- エコシステム山陽
- エコシステム秋田
- エコシステム千葉
- 光和精鉱

**収集・運搬**

- エコシステムジャパン
- 同和通運

**最終処理**

- エコシステム花岡
- グリーンフィル小坂

**4. 特異な部分 1**

- 鉱山起源の工場は雇用促進その他、地域密着型。特に最終処分場をもって完結型で実施している例は少ない。
- 4 工場の産廃処理量は国内最大級。新規最終処分場(270万m<sup>3</sup>)操業開始。
- 溶融スラグ型キルンを早くから海外導入するなど技術的な先進性。難処理物が多く任される。
- DXN対策には早くから対応しており、問題が社会的に顕在化した時からは、地域の一般廃棄物の廃プラスチック類をまで処理を任されるほど信頼されている。
- サーマルリサイクル、金属リサイクル、種々の公的な試験運転（分解試験など）にも取り組む。
- 最終処分場の入り口管理は最も誇れるもので、国内で最もきれいな処分場であるといわれる。

**5. 土壌浄化事業**

汚染土壌浄化施設認定工場による土壌浄化。

**エコシステム花岡**

土壌汚染対策法国内認定第1号。日本最大の土壌洗浄プラント（5万t/月）

**エコシステム秋田**

熱処理設備国内初認定（国内第2号）

**鉄粉法・酸化法による土壌浄化**

有機塩素系化合物（VOC）を独自に開発した鉄粉や酸化剤と直接反応させ分解。さまざまな施工方法（DIM、PRB法）で土壌浄化を実施。

**調査→回復計画→浄化→モニタリングの一貫体制**

安心・確実・必要最小限の浄化実施。

**6. 特異な部分 2**

- 調査→絞込み→対策の流れは、鉱山の探査→採鉱→選鉱→製錬の流れに極めて近いことから展開。人材も転用し、考え方も最も伝承されている。
- 製造業の痛みも知っていることに加え、鉱山業的な現実的コンサルティングは

業界中でも特異で高評価。

- 国内最大の土壤洗浄工場は、鉾山設備からの転用。国内での土壤洗浄はここでの実証試験協力から開始。
- 搬出した汚染土壌は処理した後についても、現状においては社有地内での管理が基本で、永久管理するものとして対応している。
- 汚染土壌に廃棄物が混入するものも廃棄物処理やリサイクルとの連携で完全対応（射撃場汚染土壌など）。
- 有機塩素系の汚染に対する場外処理の主力である鉄粉混合法（DIM法）は自社開発、分解理論は学問的にも研究。

## 7. 金属 リサイクル事業

製錬所活用金属リサイクル（小坂製錬）

- 製錬所間（小坂製錬・秋田製錬）ネットワークにより16種類の元素回収。  
Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Cd, Bi, Se, Te, Pt, Pd, Rh, Ga, Ge, In, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>。
- 複雑鉍処理を応用し、金属屑、電子基板、携帯電話等から金属回収。

湿式処理貴金属リサイクル

- 高品位リサイクル原料を処理して金・銀・白金族を回収。
- エコシステムリサイクリング（埼玉、岡山）
- 蘇州同和資源综合利用有限公司（中国江蘇省蘇州市）

自動車廃触媒の白金族リサイクル（日本ピージーエム）

プラチナ、パラジウム、ロジウムをリサイクルする日本最大の会社

家電リサイクル（家電リ法）

- 家電4品目・PC等のリサイクル（エコリサイクル/アクトビー）
- 主に東北地区／九州から受託（テレビ・冷蔵庫・洗濯機・エアコン）

自動車破碎屑リサイクル（自動車リ法）

- 自動車シュレッターダスト（ASR）からの有価金属・蒸気の回収。
- エコシステム小坂（秋田）・エコシステム岡山の東西2拠点保有

## 8. リサイクル原料の例

- 酸化銀電池
- 自動車触媒リードフレーム
- 制御基板
- OA機器破碎屑
- TV基板自動車破碎屑（ASR）
- 携帯電話

## 9. 特有な部分 3

- 製錬所をベースとした金属リサイクル事業。複雑鉍取扱経験が基礎。回収可能な元素数等では世界最大で、独自技術路線を歩む。
- 廃棄物処理も含めコンビナート化していることにより、多くの点を効率化している
- リサイクルの際に不可欠な共存有害物質の管理（砒素やカドミウム・・・）に関しても、安定した形に固定して管理ができるため、信頼できる場所となっている。
- 家電品・自動車リサイクル法対応、海外（中国）工場稼働、海外リサイクル原料集荷にも積極的に推進

## 10. 環境ソリューション

### コンサルテーション

DOWA エコシステム

イー・アンド・イーソリューションズ  
環境・エネルギーに対して幅広く対応  
土壤汚染調査は業界屈指の実績

### グローバル・コンサルテーション・サービス

米国エンジニアリング企業 URS Corporation との技術提携により、そのネットワークを活用した海外コンサルテーション・サービスを提供

URS Corporation

世界25カ国300事業所  
従業員25,000人

### 分析 DOWA テクノリサーチ

ダイオキシン類の分析  
特定計量証明事業所の認証（MLAP）

取得。

11. 環境事業の特異性

- イメージでもアピールできるポジティブな環境関連事業とリアルな静脈型環境事業がある。
- 静脈関連は廃掃法以前の清掃法時代から事業がある。
- 不法投棄や不適正処理などの事件も

多く、優良な事業者の社会的な地位も下げてしまう結果になっている。

- 上流側（生産側）の出来事に静脈側が左右される。
- 法規制（少数悪者対策も多い）が事業に大きく影響。

II. 非鉄金属を巡る状況

非鉄金属とは？

金属	重金属	鉄	鉄以外の比重が4~5 大量に生産され、利用されている		
			非鉄金属 (ベースメタル)	銅	
				鉛	
				亜鉛	
			貴金属	金	比重が鉄以上に大きい 高温でも酸化しない
				銀	
				白金族	
			軽金属	アルミニウム	軽量、大量に生産され、 利用されている
				マグネシウム	
			希少金属 (レアメタル)	インジウム、ガリウム など31鉱種	存在量が少ない、分離 精製が困難

（東北経済産業局資料から引用）<sup>10</sup>

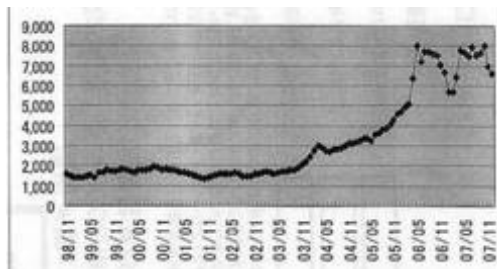
金属の年間生産量(世界・日本)

		世界	日本
金(Au)	Virgin	2,500t	130t
	リサイクル	1,000t	30t
銅(Cu)	Virgin	1,600万t	140万t
	リサイクル	100万t	15万t
インジウム(In)	Virgin	350t	70t
	リサイクル	210t	200t
プラチナ(Pt)	Virgin	220t	0t
	リサイクル	20t	5t
ビスマス(Bi)	Virgin	4,300t	500t

金属種	主な用途
銅	電線（信号線、電力線）、銅合金（コネクターなど）、銅铸件（バルブなど）
鉛	バッテリー、無機薬品、ハンダ、鉛管、電線
亜鉛	亜鉛メッキ鋼板、真鍮铸件、ダイカスト
金	電気接点・電子部材接合材（メッキ含む）、歯科材料、宝飾品
銀	写真感光材料、電気接点・電子部材接合材、銀ペースト配線材（PDP、太陽電池）
白金、パラジウム、ロジウム	自動車触媒、電気接点、歯科材料、宝飾品
ルテニウム	ブラックストライプ（プラズマパネル）、磁気記録膜（ハードディスク）
セレン	光電池（複写機）、整流器、ガラス着色剤、合金添加剤
テルル	合金添加剤（精密機械部品）、DVD記録膜、ペルチェ素子（電子冷蔵庫）
ビスマス	鉛フリーハンダ、フェライト添加剤、ペルチェ素子
アンチモン	難燃助剤
インジウム	透明電極膜（ITO：液晶ディスプレイ、太陽電池）、化合物半導体（InP）
ガリウム	化合物半導体（GaAs：携帯電話、コンピュータ、赤色LED； GaN：青色LED）、
カドミウム	ニカド電池、耐熱エンジン部品
ゲルマニウム	PET樹脂用触媒、光ファイバー添加剤、蛍光体
ニッケル	ステンレス、ニカド電池、メッキ材料、磁性材料
錫	ハンダ、青銅铸件、メッキ材料

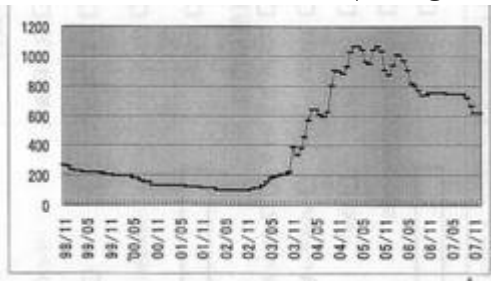
金属価格の推移

銅(\$/t)





インジウム価格の推移（\$/kg）



ロジウム価格の推移（\$/toz）



世界的な鉱物資源の高騰

- 新興国の急激な経済成長と旺盛な資源需要
- 非鉄メジャーによる鉱山権益の寡占化
- 資源国の資源国家管理の動き
- 新製品と新需要  
インジウム：透明電極（薄型 TV、太陽電池）  
電池、排ガス触媒  
ビスマス：鉛代替（RoHS 対応）セレン

可採年数（2006 年度時点、米国地質調査所資料より試算）

インジウム 5.8	銅 31.3	鉄 94.6
アンチモン 13.0	タンタル 33.3	コバルト 121.7
銀 13.8	タリウム 38.0	テルル 164.0
金 16.8	タングステン 39.0	リチウム 194.3
鉛 19.9	マンガン 40.0	バナジウム 208.3
亜鉛 22.0	ニッケル 41.3	希土類 715.4
錫 22.3	モリブデン 48.0	
カドミウム 25.8	セレン 59.0	

国別銅消費量

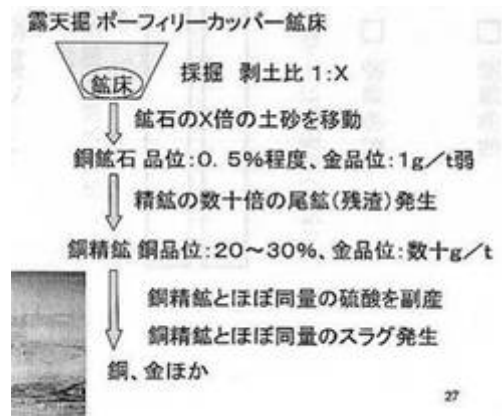
出典：JOGMEC 資料単位：千トン

	1980	1990	2000	2006
1	米国 1868	米国 2150	米国 3026	中国 3610
2	ソ連 1300	日本 1577	中国 1928	米国 2130
3	日本 1158	ソ連 1000	日本 1349	ドイツ 1394
4	西ドイツ 748	西ドイツ 897	ドイツ 1307	日本 1282
5	フランス 433	中国 512	韓国 862	韓国 828
世界消費	9375	10780	15192	17142

中国の金属スクラップ輸入

推定 2000 万トン以上

銅の生産と残渣



金属の“二面性”～「資源性」と「有害性」

※金属そのものも、有害性（毒性）あり。

ex. 鉛、カドミウム、テルル、セレン、ベリリウム・・・

- 同時含有の有害物質がもたらす環境破壊や健康被害のリスク

ex. 中国インジウム精錬工場環境事故

→河川で高濃度 Cd 検出。

→工場停止でインジウム供給悪化。

ex. 途上国に流入した廃電気・電子機器類

（E-waste）起因汚染：

→解体後の基板の王水、水銀（Hg），

シアン CN 処理→廃液垂流し

→被覆銅線の野焼→ダイオキシン類→

有価金属回収残渣→野積み放置

適正、安全かつ高精度の金属回収技術を適用しない場合、潜在リスクが漏出して環境や人体に重大な悪影響をもたらすリスクが高くなる。

→本来回収されるべき金属も、有害物質と共に拡散して回収不能となる

### 金属リサイクルの意義

- 資源の確保
  - ・新興国の需要急増、非鉄メジャーによる鉱山権益の寡占化、資源国の国家管理
- 有害物質の拡散防止・無害化
  - ・金属自体が有害な場合があるほか、砒素（As）などの有害物質も同時に含有するケース
  - ・不適切なりサイクル処理で環境汚染発生（シアン、王水、水銀を使った金回収）
- 金属採掘～製錬の環境負荷軽減
  - ・大量の岩石・土砂の移動、残渣発生
- 廃棄物処理プロセスの負荷軽減
  - ・金属含有物の焼却・溶融廃棄物等  
→溶融飛灰（鉛・亜鉛等含有）発生
  - ・金属含有埋設処理廃棄物等  
→処分場寿命（残容量）を短縮  
→溶出リスク→廃水処理

### 金属リサイクルの経済的背景

- 原料が「使用済み製品」でなく、一部品工場等の打ち抜き屑や端材
- 一他製錬所の製錬中間物・副生成物

金属種	工場排出品	使用済み製品
銅	リードフレーム屑： 約100%	電気製品中： 数%～20%
インジウム	ITOスクラップ： 70%	液晶パネル： ppmオーダー
ガリウム	化合物半導体屑： 50%	電気製品中： ppmオーダー

- 使用済み電子・電気製品の場合は金の含有率が経済価値を決める。

金属	含有率	金属価格	バリュー
----	-----	------	------

金	300 g / t × 2,500 円/g = 75 万円 / t
銀	2,000 g / t × 50 円/g = 10 万円 / t
銅	15 % × 70 万円/t = 10 万円 / t

（参考）ブラウン管テレビの基板中の金は10～20 g / t

- 基板類は臭素系難燃剤を含み（Br とし  
て4%）、製錬炉を傷める原因

### 使用済み製品リサイクルの現状

- 循環基本法の下、家電、自動車、容器包装など、各種リサイクル法が施行されているものの、資源確保に向けた、包括的なリサイクル法令は未だない。
- 結果、廃棄物処理システムに負荷をかけ、あるいは海外に資源が流出。
- 海外流出分は、e-waste 問題に代表されるように、汚染の拡散をもたらしているという指摘も。
- とりわけ需給逼迫が叫ばれるレアメタルに関しては、その特性と使用形態から、使用済み製品からのリサイクル技術・システムが存在しない（特定製品の特定部位に微量使用されている）
  - 銅製錬所（乾式酸化製錬）での回収は一部のレアメタルに限られる
  - 回収ルートがない・・・一般廃棄物（家庭系廃棄物）

### 廃電気・電子機器中のレアメタル<sup>(t/y)</sup>

金属種	廃電気電子製品含有量 <sup>1</sup>		国内消費 <sup>4</sup>	世界消費 <sup>4</sup>
	推計 <sup>1,2</sup>	推計 <sup>2,3</sup>		
プラチナ	1.4	1.5	43	205
パラジウム	5.3	3.6	49	205
ガリウム	39	23	144	175
インジウム	41	18	211	351
タンタル	172	123		1511
コバルト	6,288	2,300	12,600	44,600
ヒスマス	241	108	850	
希土類	1,930	1,281		84,000

<sup>1</sup>白鳥、中村 Journal of MMIJ vol.123 171-178 <sup>2</sup>JOGMECマテリアルフロー2005から推計 <sup>3</sup>白鳥、中村独自推計 <sup>4</sup>JOGMEC/タルマイニングデータブック2005

### 総合資源エネルギー調査会鉱業分科会レアメタル対策部会答申

#### 今後のレアメタルの安定供給策について

（平成19年6月）

レアメタルをはじめとする非鉄金属は、自動車、IT 製品をはじめとする高付加価値

値・高機能製品の製造に必須の素材であり、その安定供給は、我が国製造業の国際競争力の維持・強化の観点から極めて重要である。

- 重点的海外探鉱開発実施と資源外
- 発生抑制・リサイクルの推進
- 代替材料開発
- レアメタルの備蓄
- 統計の整備・人材育成等

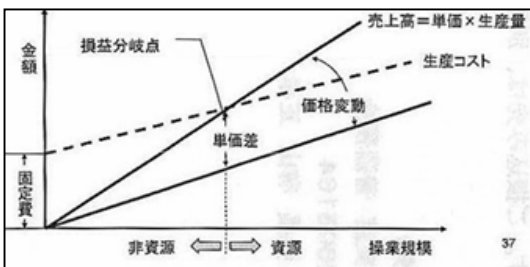
**資源とは**

東北大学多元物質科学研究所中村崇教授

- 社会が「価値がある」と認めるもの
- 鉱物資源に限れば、採掘して、有用物の分離回収を行うことがその時々々の経済合理性に則って可能なもの
- 鉱物資源は現在の経済原理の中で採取可能と判断されたものが資源とみなされることから「鉱物資源がこのような特性を持っている」ではなく、「このような特性を持ったものを発見して鉱物資源とみなしている」のが現実
- 工業的には、その時々において一定の経済価値を持つものが、一定量確保されるもの

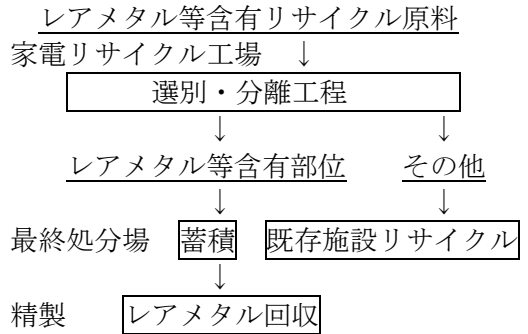
**資源となるために**

- 一定の経済価値を持つ
- 一定規模量の確保が必要



**レアメタル原料の蓄積とDOWA**

- 非鉄製錬所では、回収は一部金属に限定
- 分離・選別処理により、レアメタル原料となりえる部位と、既存技術・施設で処理できる部位に分ける。
- レアメタル原料部位は蓄積→将来回収



**人工鉱床構想**

**Reserve (of Waste) to Stock**

・ 金属素材における「資源循環」を「蓄積」という考えを入れた新たな枠組みで実施することを目指す。

**- 目的**

- ・ 金属資源確保
- ・ 有害物管理
- ・ アジア圏循環
- ・ ビジネスとしての成否は不明・・・
- ・ しかし、まずやってみよう！
- ・ 小型家電対象、回収試験

**「こでん」プロジェクト**

- 集める方法
- 何が、どれくらい集まるか？
- 集め方による違いは？

**小型電気・電子機器廃棄状況予察調査**

2005年～

**ゴミと消えてしまっている金属類 (WEEE 中)の回収システムの模索**

RtoS 研究会(代表: 東北大学多元研中村先生)で音頭  
JOGMEC、経済産業省、秋田県、大館市、DOWA エコシステム(株)、(株)エコリサイクル、(株)いとくが協力

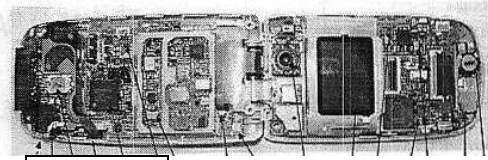
機器の種類や廃棄までの年度、退蔵の状況を調査、その後のシステム設計資料とする。

- 固定ポストによる、小型の電気電子機器の収集
- 最終処分場における中型の電気電子機器の分別および収集

**小型電気・電子機器廃棄状況予察調査**

不燃ゴミからの分別  
 収集ポスト  
 収集ポストに集まった小型家電

**基板中の金属携帯電話の例**



- スピーカー: フェライト
- 振動モーター: Nd
- チップセラミックコンデンサ: Ag, Pd, Ti, Ba, Pb, Ni, Zr
- チップ抵抗: Fe, Ag, Ni, Cu, Pb, Zn
- チップコイル: Cu
- 液晶: In, Sn
- カメラ: Cu, Ni, Au
- ガラスエポキシ基板: Cu, SiO<sub>2</sub>, (Br)
- はんだ: Pb, Sn
- 水晶振動子: Si, Cu, Ni
- チップタンタルコンデンサ: Ta, Ag, Mn
- IC: Au, Ag, Cu, Si
- プラスチック: Sb
- ボタン電池: Ag
- イヤフォンジャック、AC ジャック: Au
- ボタン接点: Fe, Ni, Cr, Ag

**電子機器の組成分析**

**携帯電話 %**

携帯電話	Cu	Al	Fe	Si	Ni	Sn	Cr	Pb	Zn	Nd	Ta	W	Ag	Ti
(%)	19	9	8	4	1	1	0.9	0.7	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2
	Mn	Pd	Mg	Ba	Au	Sb	Bi	Ca	Li	Co	etc.			
	0.12	0.11	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01				

部品(XRF分析)

タンタルコンデンサ	Si	Ta	Mn	Sb	Br	Ag	Ti	Sn	Pb
(%)	34	33	24	2	2	2	1	1	1

セラミックコンデンサ	Ba	Ti	Ni	Ag	Sn	Nb	Pb	Pd	Ca	Zr
(%)	61	26	3	3	1	1	0.6	0.5	0.2	0.1

液晶パネル	Si	Sr	Ca	Ba	As	Fe	Zn	Sb	In	Ni
(%)	46	24	11	10	2	2	2	0.5	0.1	0.1

基板全体: レアメタル品位は低い  
 部品単位: レアメタル品位は高い

**Ⅲ. まとめにかえて**

**● 環境事業実施の中で体感**

- ・極少数の悪者との戦い
  - ごく少数の悪者を封じることが規制のみに頼ることで、適正な事業もできにくくなる場合がある
- ・社会での認知度
  - 業界に対して、社会的な重要性の理解が不足
- ・業界毎、組織ごとの温度差
  - 環境保全には「痛み」を伴うことが多い
- ・何が真に「環境」に望ましいか混乱?
  - トレード・オフの関係
  - 「リサイクル」は常に正しいことか?

**● 環境事業での重要と思われる点**

- 起こったことを何とかするのではなく、起こりうることを想定して早めに実行に移すこと。
- 結果が出るのは時間がかかる。
  - より上流、より入り口から対処
  - 良いと思われることは早めに動く、議論収束時は既に変化終了
  - 明確であれば早めにやめる

**● DOWA エコシステムでの実行**

- ・積極的な M&A(適正事業を早く増やす)
- ・客観的な目と社会アピール・人材育成
  - ・寄付講座の設置(公益的な研究活動)
  - ・学会・審議会・環境イベント参加
- ・新たなチャレンジ

- ・有害物質の分解実証試験協力
- ・環境情報システムの研究
- ・E-Waste 回収社会システムの研究
- ・海外展開: リサイクル工場  
海外からの集荷

以上

# 講演会「日中の農業と農業水利問題」

2008年9月5日（金） 16時半～18時 於 JNC 青山分室



日中科学技術交流協会では中国黒龍江省の水利学会とわが国新潟県水環境技術研究会との以下の水利科学技術協力を支援しています。

**長期協力**: 洪水対策, 災害軽減, 水土保存, 河川整備, ダム建設と管理, 水環境保護研究, 水資源の合理利用, 土地改良, 農村水利

**短期協力**: 流域水資源評価と最適化配置, 節水灌漑技術の開発と利用, 寒冷地凍土対策技術研究

この度、黒龍江省水利庁 王鉄男副庁長ら一行 6 名が新潟県水環境技術研究会、早川典生理事長(当協会理事)のご招待で来日され、中国東北地方の農業と農業水利問題について当協会と新潟県水環境技術研究会で、講演会と交流懇親会を共催した。

講演会では、まず、藤崎副理事長が当協会を代表して歓迎の挨拶を述べ、次いで以下の2件の講演が行われました。



## 黒龍江省招待者(氏名、所属)

1. 王鉄男 水利庁 副庁長
2. 顧立明 同上 科技外事処処長

3. 段立忠 水利学会副秘書長
4. 王秀芬 水利科学研究院 副院長
5. 司振江 同上 農田所所長
6. 陶延懷 同上 副所長

## 1. 中国の水問題

早川典生氏 当協会理事

新潟県水環境技術研究会 理事長

## 2. 中国の農業と農業水利 東北地方

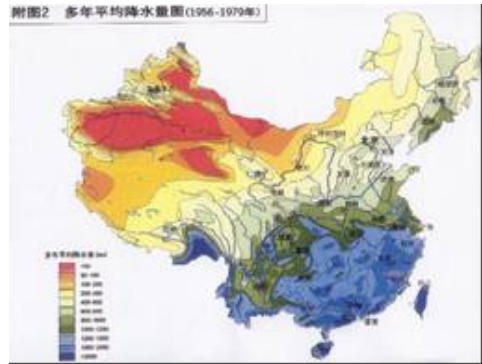
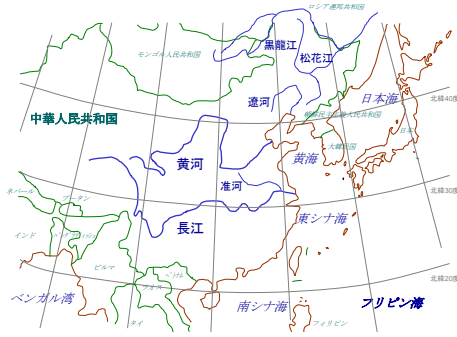
司振江氏 黒龍江省水利科学研究院  
農田水利技術研究所 所長

## 中国の水問題

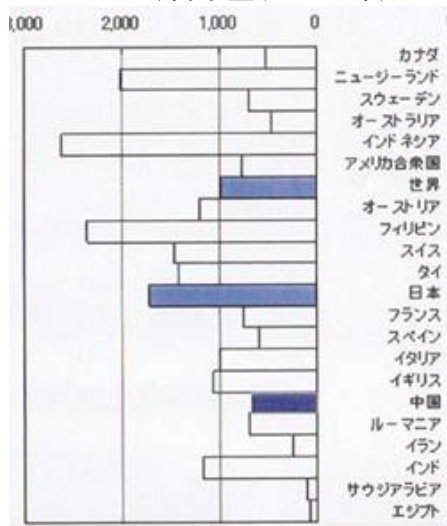
早川典生氏



### ① 中国の主な大河



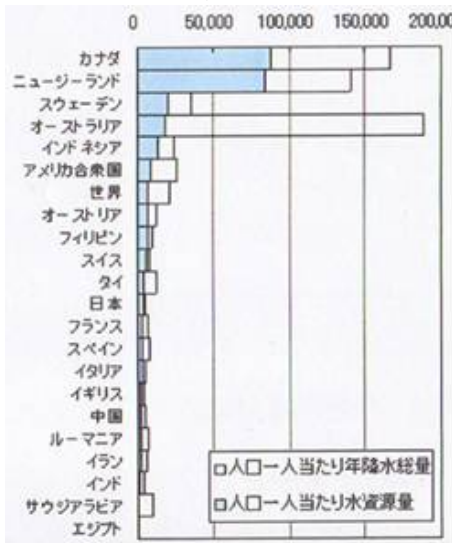
② 人口当たり水資源世界比較  
人口一人当たり降水量(mm/年)



④ 中国の水管理上の問題



一人当降水総量・水資源量 m<sup>3</sup>/年・人



⑤ 日中合作の発効

黒龍江省推理学会と日本国新潟県水環境技術研究会との水利科学技術合作議定書  
2007年9月16日署名、同日発効。

中国の農業と農業水利  
東北地方

司振江氏



一、黒龍江省の概況  
地形と河川

黒龍江省の地形は、西北部、北部と東南

③ 中国の降水量分布



部が高く、東北部と西南部が低い。西北部、北部は大興安嶺、東南部は完達山脈、老爺嶺と張広才嶺、東部は三江平原で、西部は松嫩平原である。山地面積は全省の面積の 58%を占めて、平原面積は全省の面積の 42%を占める。

流域面積は 50km<sup>2</sup> 以上の河川が 1918 河川あって、その中には流域面積が 1 万 km<sup>2</sup> を超える河川が 18 あり、0.5 万 km<sup>2</sup> を超える河川が 27 あり、面積 0.1 万 km<sup>2</sup> 以上の湖は 640 ある。



地形の構成

二大平原

- ①松嫩平原 (面積 11.65 万 km<sup>2</sup>)



- ②三江平原(面積 10.88 万 km<sup>2</sup>)



四大水系

- ① 黒竜江 (流域面積 11.6 万 km<sup>2</sup>)
- ② 松花江 (同上 26.9 万 km<sup>2</sup>)

- ③ ウスリー江 (同上 6.15 万 km<sup>2</sup>)
- ④ 綏芬江 (同上 3446 km<sup>2</sup>)

五大湖

- ① 大興凱湖
- ② 小興凱湖
- ③ 鏡泊湖 (面積 90 km<sup>2</sup>)
- ④ レンカ湖 (面積 580 km<sup>2</sup>)
- ⑤ 五大連池 (面積 41.5 km<sup>2</sup>)

五大山脈

- ① 大興安嶺
- ② 小興安嶺
- ③ 張広才嶺
- ④ 老爺嶺
- ⑤ 完達山脈



地表水資源量 : 686 億 m<sup>3</sup>  
地下水資源量 : 287 億 m<sup>3</sup>



中国の華北地域と西北地域の各省と比較して、黒龍江省の水資源は十分である。しかし、時間別、地域別の水資源分布はきわめて不均一で、洪水時期には増加し、その以外は、少なく、山地に多く、平原地に少ない特徴をもつ。



**気候と土壌**

温帯大陸性モンスーン気候

春：風が多く、少雨、干ばつ

夏：短く、多雨、高温

秋：急激な気温下降、常時霜災害

冬：長く、寒冷、乾燥

東部から西部：乾燥～準乾燥地帯

土壌：13 種、世界の三大黒土地、黒土、はくしょう土（石灰質黒色土）、黒がい土（湿草地土）、草でん土。

**二、農業と水利工事**  
**農業の方面**

**1. 耕地と土地利用**

黒龍江省

総面積： 45.5 万 km<sup>2</sup>

耕地： 11.7 万 km<sup>2</sup>

食糧生産量：全国第三位

商品食糧：全国第一位

食糧生産：約 4 千万トン（全体 5 億トン）

食糧安全保障上重要役割を果たす。



平均気温：4～5℃

無霜期間：平均 100～140 日

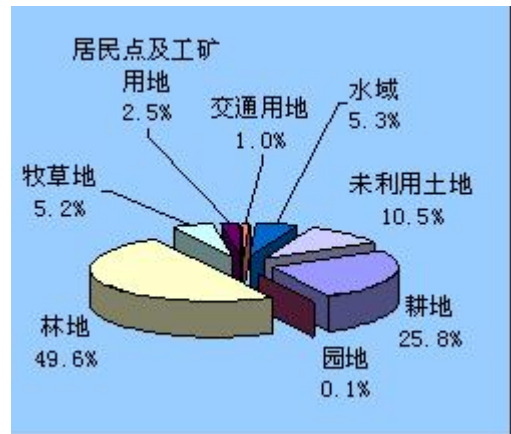
年間日照時間：2300～2800 時間

西部の年間降水量：380～500mm

年間蒸発散量：800～1000mm

東部年間降水量：500～650mm

年間蒸発散量：700～850mm



**水資源分布の特徴**

年平均水資源総量： 810 億 m<sup>3</sup>

**2. 作物栽培の割合**

2007 年

作付面積：10.46 万 km<sup>2</sup>

主耕種：水稲、大豆、小麦、とうもろこし、タバコ、てん菜などの経済作物

水稲：

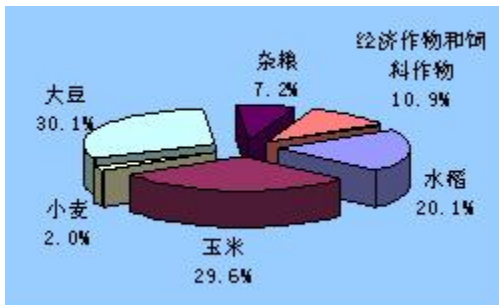
1980 年 0.283 万 km<sup>2</sup>

2007 年 2.346 万 km<sup>2</sup> に拡大

中国最大の水稲生産地

トウモロコシ (玉米)：3.48 万 km<sup>2</sup>

大豆：3.531 万 km<sup>2</sup>



### 3. 農業機械化

大・中型トラクター：33 万台

コンバイン農器：40 万台

農業機械化率：82%

農業機械化レベル 全国トップ水準

農業機械協同組合：803 箇所

機械作業耕地面積：1.46 万 km<sup>2</sup>

黒竜江省の国営農場農業機械化レベルは、世界先進国レベルを達成。

農業用機械の総括的動力：510 万 KW

農業用大・中型のトラクター：4 万台

ハーベストコンバイン：1.49 万台

農業用飛行機：32 機

中国最大の農機ネットワークを形成。農地作業機械化率：94%



### 4. 農業生産能力

食糧生産量 万トン：2003 年～2007 年

3000、3135、3570、3780、3970

水稲：1659

トウモロコシ：1590

大豆：491

小麦：77

イモ類：149

食糧商品化率：74.3%

穀物単位面積生産量：379 トン/km<sup>2</sup>

水稲：702 トン/km<sup>2</sup>

トウモロコシ：457 トン/km<sup>2</sup>

大豆：139 トン/km<sup>2</sup>

小麦：324 トン/km<sup>2</sup>

イモ類：176 トン/km<sup>2</sup>

### 水利工事方面

#### —農業の保障

#### 1. ダム

大・中型ダム：98 基

小型ダム：535 基

貯水容量：152 億 m<sup>3</sup> (地表水資源総量の 22%)

#### 2. 農業灌漑

農業灌漑面積：319 万 hm<sup>2</sup> (耕地の 27%)

農業用水量：192 億 m<sup>3</sup> (社会総水量の 74%)

水田の灌漑：灌漑区

大型灌漑区 (200 km<sup>2</sup> 以上)：20 か所

中型灌漑区 (33～200 km<sup>2</sup>)：24 か所

小型灌漑区 (6.67 km<sup>2</sup> 以上)：319 か所

農地灌漑水利用系数：0.47

水田灌漑面積：2.346 万 km<sup>2</sup>

水稲灌漑年平均用水量：160～170 億 m<sup>3</sup>

全省農業灌漑用水総量の 93%





コンクリート敷灌漑用水路：129km



**畑の灌漑**

旱魃防止用井戸：46.6万個 6,626貯水池  
 非工事灌漑面積（穴を掘って、水を入れて、  
 作つけ）：20,330 km<sup>2</sup>  
 工事灌漑（ホースでの灌漑、スプリンクラー  
 灌漑、マイクロ灌漑、パイプ灌漑などの  
 面積：8,410 km<sup>2</sup>



スプリンクラー灌漑

**3.土地保全工事**

浸食面積：約11.2万 km<sup>2</sup>（省の24.6%）  
 水蝕：8.7万 km<sup>2</sup>  
 風蝕：0.89万 km<sup>2</sup>  
 浸食：1.61万 km<sup>2</sup> 凍結融解  
 傾斜地：5.67万 km<sup>2</sup>（総浸食の51%）  
 工事期間：従来回復 約40余年  
 現回復面積：4.3万 km<sup>2</sup>（総面積の38%）



**水利工事の方面**

**—都市水源の確保**

原来ハルビン市の用水（生活用水と工業用水）は松花江から取水。今後、松花江に代わり、磨盤山ダム、西泉眼ダムから共同でハルビン市に給水する。

**西泉眼ダム**

取水地点：阿城市東南84km、  
 ハルビン市より約86kmの阿什川  
 集水面積：40.86 km<sup>2</sup>  
 年平均流出量：1.1億 m<sup>3</sup>  
 農業灌漑面積：0.48万 hm<sup>2</sup>  
 ダムの貯水量：4.78億 m<sup>3</sup>  
 日給水量：30.1万 m<sup>3</sup>  
 水質：階級2  
 洪水確率年：50年（ダム）  
 1990年代建設、現在ハルビン市の水源



**磨盤山のダム**

取水地点：ハルビン210kmの五常市  
 鳳凰山（磨盤山）のラーリン川  
 集水面積：1151km<sup>2</sup>  
 年平均流出量：5.61億 m<sup>3</sup>  
 ダム洪水確率年：100年  
 ダム貯水量：5.23億 m<sup>3</sup>  
 日給水量：90万 m<sup>3</sup>  
 水質：階級2



**大頂子山の通船と発電の頭首工**

松花江の主流第 1 の管制ダムを建てる。通船、発電と水環境の改善を主として、同時に水産養殖と観光などの機能を持つ。

松花江ハルビン段の下流の大頂子山に位置する。呼蘭県の北、賓県の南で、ハルビン市より 46km にあり、流域面積は 55.68km<sup>2</sup>。プロジェクトの総投資額は 28.78 億元。

建設後、松花江水位は 5m 上昇。松花江ハルビン段水位は 116m 左右（海拔高さ）を維持する。面積は 240km<sup>2</sup>。

ハルビン市川沿地帯の景観や都市生態が改善でき、自然生態環境を回復できる。

### 三、農業と水利の潜在力

#### 計画と目標

黒竜江省政府《国家の食糧安全戦略基地建設計画》により、2015 年まで、黒竜江省の食糧の生産能力を更に 1000 万トン以上増産して、5000 万トンの開発目標を達成し、それによって、黒竜江省を全国最大の食糧生産省にする。



#### 水資源の開発利用と配置:

東部の三江平原、中西部の松嫩平原の二つ区域。

**三江平原**（“両江一湖”計画）：主に黒竜江、ウスリー江と興凱湖の水資源を引水し、水稻灌漑区を開発する；

**松嫩平原**（ニルキダム連結計画）：黒竜江省松嫩の水利拡張（増築）工事。チチハル、大慶などの都市用水および松嫩平原糧食生産基地のための水源確保。

#### “両江一湖”計画の目標

三江平原の“両江一湖”地区の水量は豊かにして、水質は優良で、年平均流出量

は 2720.5 億 m<sup>3</sup> である。その中に、黒竜江の水量は 2240 億 m<sup>3</sup> で、ウスリー江の水量は 433 億 m<sup>3</sup> である。現状の水田面積の中で 452 km<sup>2</sup> が“両江一湖”の水を利用した灌漑で、利用水量は 2.67 億 m<sup>3</sup> で、“両江一湖”の水量の 0.1% しか利用していない。

《“両江一湖”灌漑区計画報告》では黒竜江、ウスリー江と興凱湖を水源として、大型灌漑区を作る。三江平原の“両江一湖”の沿岸に、14 個の大型灌漑区を建設する。2015 年まで、新たに水田面積を 1 万 km<sup>2</sup> 増加させ、3.33 万 km<sup>2</sup> にし、食糧生産量を 625 万トン増産する。

#### ニルキダム工事の目標

① 《ニルキダム結合計画—黒竜江省松嫩水利拡張工事の実行可能性研究報告》

② 《黒竜江省三江平原の近期洪水を防ぐ実行可能性研究報告》

③ 《黒竜江省西部の節水灌漑計画》

地表水源工事、機械設備と灌漑用井戸を利用し、更に松嫩水利拡張工事の受益面積をよく考慮し、畑の節水灌漑面積を 167 万 hm<sup>2</sup> 開発する計画である。

スプリンクラー：1.33 万 km<sup>2</sup>、施水措置面積：33 万 hm<sup>2</sup>。

新灌漑用井戸掘削と従来井戸改善工事：計 8.8 万ヶ所

小型貯水池工事 200 ヶ所と従来貯水池改善 1050 ヶ所：計 1250 ヶ所。

以上の工事が完成すれば、毎年約 17 億 m<sup>3</sup> の水が節約でき、新たに食糧の生産量を 162.1 万トン増産する。

#### 中産田、低産田の改善計画と目標

《黒竜江省の中産田と低産田改善計画》

1.22 万 km<sup>2</sup> の生産性の低い畑を改善し、年食糧生産量を約 37.5 万トン増産する。

0.318 万 km<sup>2</sup> のアルカリ土壌を改善し、年食糧生産量を約 32.4 万トン増産する。

#### 土地保全計画と目標

現在の土壌侵食面積 8.1km<sup>2</sup> に対して、2015 年までの 50 ヶのプロジェクトにより、6.50 万 km<sup>2</sup> の土壌侵食を総合的に治蝕する。

土壌侵食面積の80.3%を占める。220万トンの食糧を増産する。



土壌侵食を治める

#### 四、展望

##### 2030年の総目標:

2030年まで、中国の人口は16億人になる可能性があり、その時の食糧の最低消費量は5.5億トンになるとの予測がある。

現在の食糧生産能力は5億トンで、5000万トンの食糧が不足すると予想される。

**農業灌漑規模:** 有効な農業灌漑面積を3.6~4.0万km<sup>2</sup>にする。

**水資源利用:** 合理的な水資源の開発利用や先進的な灌漑技術の採用で、20~30年かけて、黒竜江省の水稲用水量を120~180万m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>から90万m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>まで下げる。

##### 食糧生産能力:目標単位面積生産量

水稲	: 9.75t/hm <sup>2</sup>
大豆	: 2.7 t/hm <sup>2</sup>
トウモロコシ	: 10 t/hm <sup>2</sup>

##### 食糧総生産量:

黒竜江省は水利工事の実施、中産田と低産田の改善、農業生産技術の進歩、科学技術の導入などで、食糧生産能力を更に5000万トン高めることができる。

2015年食糧生産計画量は食糧の倍増生産が可能で、1億トンにすることを目標としている。

黒竜江省水利科学研究院の試験研究基地



## 科学院との日中交流 30周年記念事業

9月12日 来日中の科学院 邱華盛局長助理、陳海濤氏と当協会の有山理事長、山脇副理事長、永崎事務局長が会見、今後の科学院と当協会の交流について意見交換した。

邱助理より、日中交流30周年記念事業として、下記の科学院研究所招待が提案された。

- 1) 時期: 2009年3月中旬頃
- 2) 分野: 情報通信 ロボット 材料
- 3) 場所: 北京、瀋陽の科学院研究所
- 4) 対象者: 大学教授又は准教授クラスの若手研究者約10名
- 5) 協会負担: 渡航費
- 6) 科学院支援: 中国国内旅費・宿泊費  
今後訪中団の組織化を進めたい。

## 第13回理事会

第13回理事会は、2008年7月18日に、日本原子力研究開発機構 青山分室にて出席9名、委任状9名で開催され、以下が議論された。

- ・ **2008年度事業計画の具体化案**
- ・ **ETT殿寄付金研究奨励賞**  
検討委員会を設置することになった。

委員長: 藤崎副理事長、委員: 山脇副理事長、紺野常務理事、堂山理事、オブザーバー: 有山理事長、永崎事務局長

- ・ **本年度研究奨励賞の募集**
- ・ その他

## 目 次

1. 講演会「鉱物資源のリサイクルを考える」  
都市鉱山の可能性と課題 1  
DOWAの環境・リサイクル事業 5
2. 講演会「日中の農業と農業水利問題」  
中国の水問題 13



中国の農業と農業水利 東北地方	14
3. 科学院との日中交流 30 周年記念事業	20
4. 第13 回理事会	20

---