

光と影の半世紀  
～わが国のアルミニウム工業と私～

2015. 11. 14

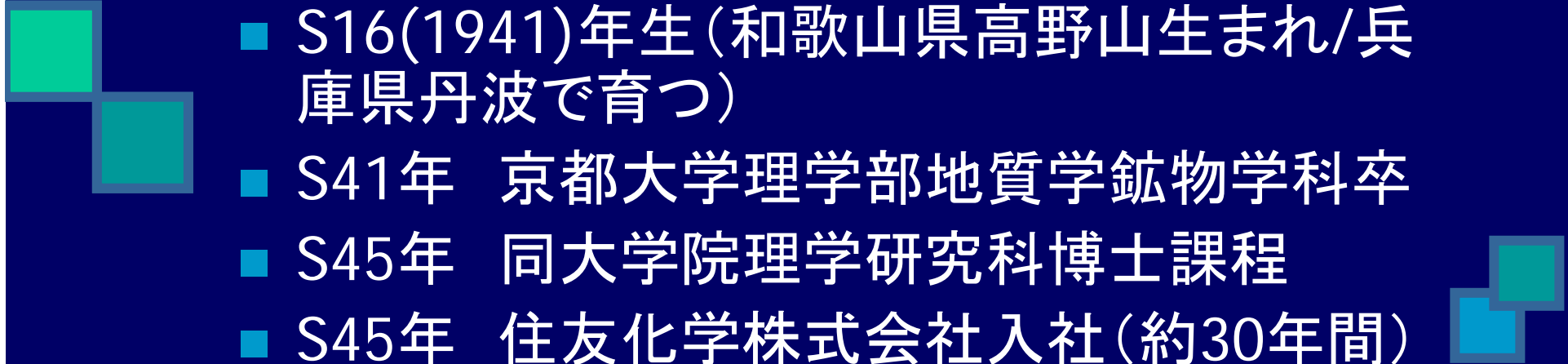


大阪技術振興協会  
創立50周年記念シンポジウム

技術士(化学部門、総合技術監理部門)  
丹生 光雄

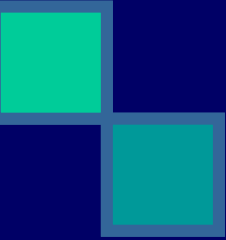



## 略歴

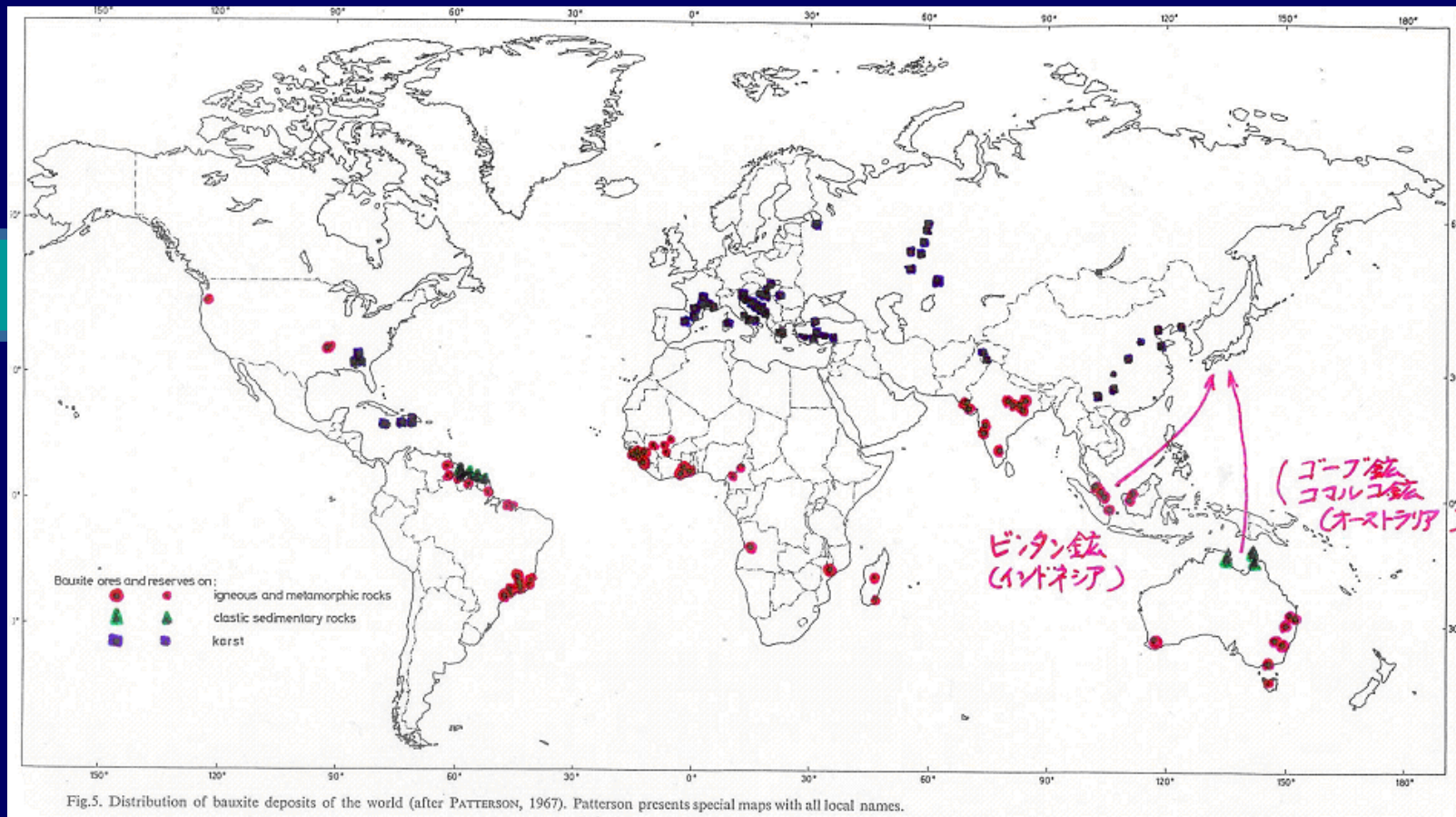
- S16(1941)年生(和歌山県高野山生まれ/兵庫県丹波で育つ)
  - S41年 京都大学理学部地質学鉱物学科卒
  - S45年 同大学院理学研究科博士課程
  - S45年 住友化学株式会社入社(約30年間)  
(新居浜、大阪、東京、仙台)
  - H12年 同社退職
  - H12年～タンジョウ技術士事務所(西宮市)
- 



# 住友化学での業務

- 
- アルミニウム資源(ボーキサイト等)の調査活動
  - アルミナ製造プラントの品質・工程管理
  - 機器分析(X線関連分析機器)
  - アルミナ製品の開発
  - セラミックス製品・新規商品の開発
  - 廃棄物(赤泥)の有効利用法の開発
- 

# 世界のボーキサイト鉱床の分布



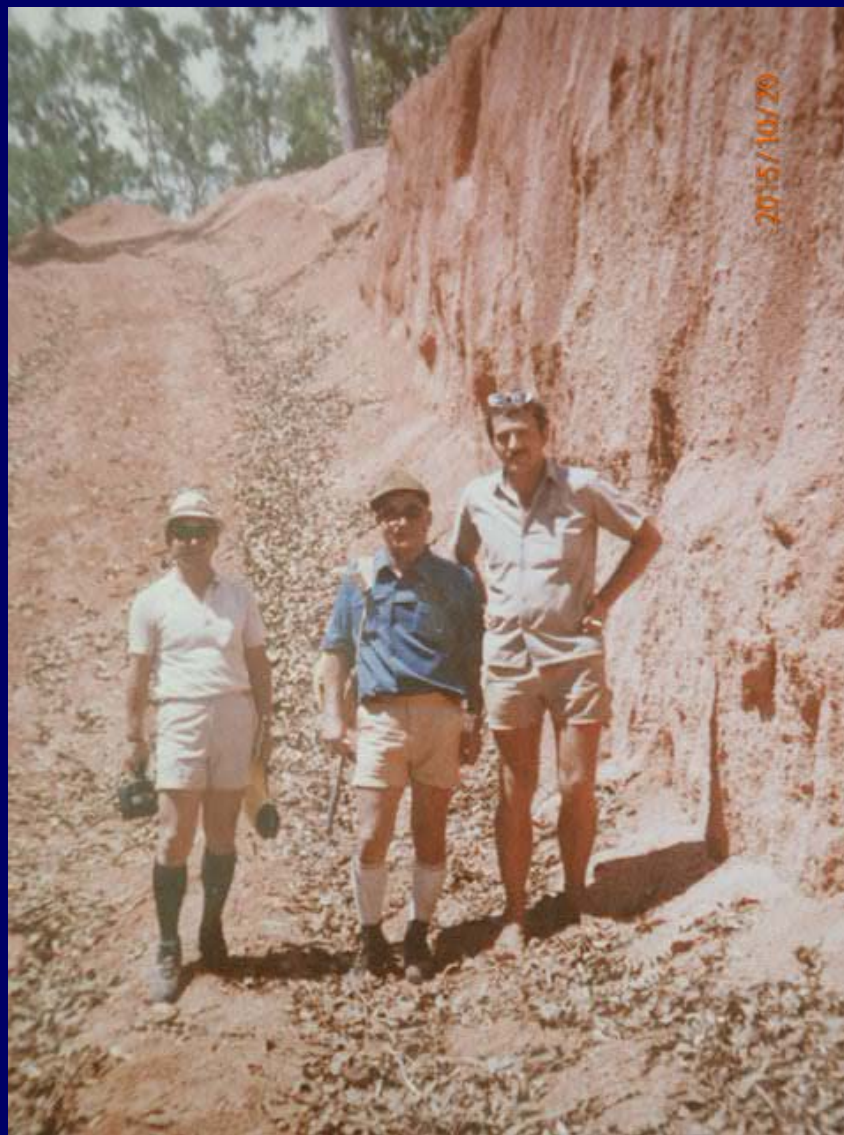
# ボーキサイト鉱石の一例



# ボーキサイト鉱床(オーストラリア)



# ボーキサイト鉱床のトレンチ (オーストラリア)



# 南太平洋・オーストラリアボーキサイト調査団

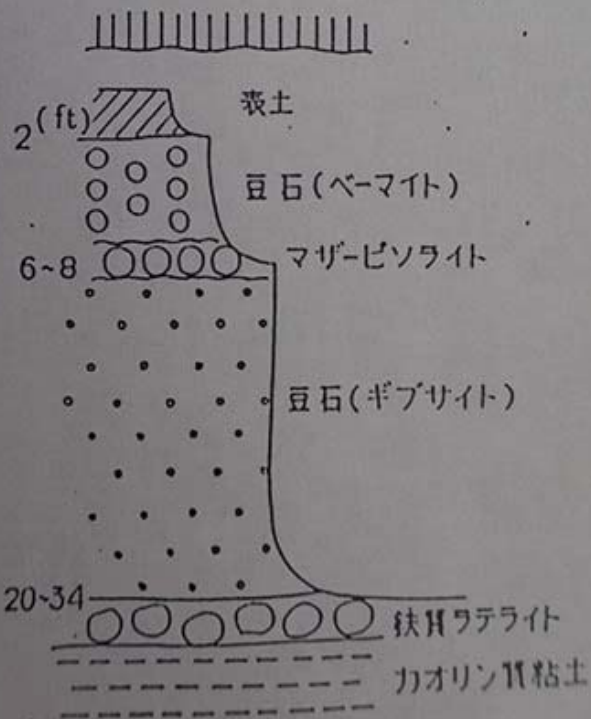
(1971.10.25)





# ボーキサイト鉱床の柱状図 (オーストラリア)

	厚さ(ft)
1. 表土	1~2
2. バラ豆石 (中粒, ベーマイト多し)	4~6
3. バラ豆石 (大粒, マザーピソライト)	0.5
4. バラ豆石 (小粒, ギブサイト多し)	12~28
5. 団塊状鉄質ラテライト	3~10
6. カオリン質粘土	?



2015/10/20

# Aluminiumの製造工程

Bauxite

Bayer法

苛性ソーダ溶解  
(150°C~250°C)

水酸化Aluminium  
( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )

焙焼

(1200°C)

Alumina  
( $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ )

Hall-Hroult法  
熔融塩電気分解

Aluminium  
(Al Metal)

# アルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) の例



# アルミナ製造プラント(バイヤープラント)の例



アルノルテ工場全景

# アルミニウム地金（インゴット）の例



# アルミニウム地金(ビレット)の例



# アルミニウム製錬工場の例



# アルミニウム電解炉の例



Dubai Aluminium提供



# アルミニウムの歴史(1)

1782年:A.L.ラボウジェが明礬石は金属の酸化物との説を提唱(Alumineと命名)

1807年:H.デービーが明礬石を電氣的に分離し金属Alの存在を確認

1855年:H.E.S.C.ドビルが化学還元法によるアルミ製錬を開始

1886年:C.M.ホール(米)とP.L.T.エルー(仏)が電解製錬法を発明

1888年:K.J.バイヤー(獨)が湿式アルカリ法を発明

## アルミニウムの歴史(2)

1934年:わが国でのアルミニウム製錬開始

1937年:アルミ製錬5社の生産能力1万t/yに達する

1948年:日軽金(清水)、昭和電工(喜多方)、住友化学(菊本)がボーキサイトによる操業開始

1962年:日本のアルミ生産量が自由世界で第4位の座に

1970年:世界のアルミ生産1000万トン達成(私が入社した年)

1973年:第1次オイルショック

1977~78年:アルミ製錬6社地金生産119万トンを記録(生産能力:164万トン)

1975~78:不況深刻、アルミ業界再編、設備廃棄、不況カルテル等を相次いで実施

1979年:第2次オイルショック⇒アルミは構造不況業種に



## オイルショック前のわが国のアルミ製錬の躍進と技術力



倍々ゲーム：5年間で製錬能力倍増を謳った。

当時の産業の花形：住友化学でも「軽金属事業部」は会社全体の事業を牽引した。



アルミナ製造技術、アルミ製錬技術とも世界の最高レベルにあった。

# アルミニウム新地金開発輸入プロジェクト (「アルミニウム製錬史の断片」より)

表 4.2 アルミニウム新地金開発輸入プロジェクト

(単位:千トン/年)

プロジェクト名	生産能力	日本の引取量	電力源	進捗状況等	出資会社
エンザス (ニュージーランド)	244	50	水力	71.2 生産開始 71.7 地金引取開始 稼働中 (増設84年完成)	日本:住友化学20.64% 外国:豪州コマルコ79.36%
アルバック (カナダ)	90	45	水力	77.1 地金引取開始 稼働中	日本:日軽金50% 外国:カナダアルキャン50%
ベナルム (ベネズエラ)	450	170	水力	78.2 生産開始 78.12 地金引取開始 稼働中	日本:昭和電工7%、住友化学4% 三菱アルミ2%、神戸製鋼4% 三菱マテリアル2%、丸紅1% ベネズエラ: CVG (ベネズエラ、ガイアナ開発公団) 80%
アサハン (インドネシア)	225	225- $\alpha$ $\alpha$ :インドネシア分	水力	82.2 生産開始 82.10 地金引取開始 稼働中	日本:日本アサハン59% (日本13社:注1) 外国:インドネシア政府41%
ポイン・ スメルターズ (豪州)	230	115	石炭火力	82.2 生産開始 82.7 地金引取開始 稼働中	日本:住友化学4.5%、住友軽金17% 神戸製鋼9.5% 吉田工業9.5% 三菱商事9.5% 外国:豪州コマルコ30% オーストリアメタル20%
アルプラス (ブラジル)	340	167	水力	85.7 生産開始 85.10 地金引取開始 稼働中	日本:日本アマゾン49% (日本32社:注2) 外国:ブラジルCVRD (リオドセ) 51%
アルエット (カナダ)	215	43	水力	92.6 完成	日本:神戸製鋼13.33% 丸紅6.67% 外国:オーストリアメタル20% SFG20%、VAW20% ホーゴーベンス20%
ワースリー (豪州)	アルミナ 1,500	187	-	84 稼働開始	日本:神戸製鋼4%、日産岩井6% 伊藤忠2.5% 外国:シェル37.5% レイノルズ50%

注1(日本アサハン): 海外基金、旧製錬5社、商社7社

注2(日本アマゾン): 海外基金、旧製錬5社、圧延、加工7社、商社10社、ユーザーその他9社

# 海外資源調査及び開発プロジェクトの歴史 (「アルミニウム製錬史の断片」より)

表 4.1 海外資源調査及び開発プロジェクトの歴史

1958 (昭和33)	3	ボルネオ・セマタン・ボーキサイト開発資本参加調印 (昭和43.4解散)
1968 ( 43)	6	ボーキサイト・フィジー社設立 (昭和48.4解散)
	7	ピンタン島ボーキサイト探鉱契約締結
	10	インドボーキサイト及びタイ鉱石調査
1969 ( 44)	6	ニュージーランド・アルミニウム社 (エンザス) 設立
	9	ギニア及びガーナボーキサイト調査
	11	カンボジア製錬計画調査
1970 ( 45)	2	アルコア、沖縄でのアルミ製錬計画を申請
	4	日本アルミニウム業界の沖縄調査団出発
	7	同第二次
	8	ケニア鉱石調査
	8	インドネシア・アルミニウム製錬調査
	12	沖縄アルミニウム㈱設立 (昭和48.11解散)
	12	アルミニウム資源開発㈱設立 (昭和60.10解散)
	12	アルミニウム資源開発㈱設立 (昭和60.10解散)
1971 ( 46)	1	ガーナ・ボーキ及びアルミナ合弁調査会社設立
	4	エンザス生産開始
	4	マダガスカル・ボーキサイト調査
	10	豪州及びソロモン・ボーキサイト調査
1973 ( 48)	8	アマゾン・ボーキ及びアルミナ調査団出発
	8	ベネズエラ・アルミニウム社 (ベナルム) 設立
	11	アマゾン・アルミニウム計画日伯基本合意
1974 ( 49)	1	経団連ブラジル調査団出発
	1	三井物産・米アルマックスに50%出資
	7	アルバック・アルミニウム設立
	5	ガーナ・アルミニウム製錬調査 第一次
	8	同第二次
	10	イラク・アルミニウム製錬計画
	7	アサハン・アルミニウム製錬計画日伊基本協定調印
	12	日本アサハンアルミニウム㈱設立
1976 ( 51)	1	P Tインドネシアアサハンアルミニウム設立
	10	アルミニウム製錬5社長ブラジル訪問
1977 ( 52)	1	日本アマゾンアルミニウム㈱設立
	1	アルバック地金取引開始
1978 ( 53)	9	アマゾンアルミ計画によるアルプラス (製錬)、 アルノルテ (アルミナ) 2社設立
	12	ベナルム製錬一部通電
	8	豪グラッドストーン・アルミ製錬計画基本協定調印 (後のポイン・スマルターズ)
1980 ( 55)	2	豪ワースリー (アルミナ) 計画基本協定調印
1982 ( 57)	1	アサハン第一期工事完成
	2	グラッドストーン生産開始
1983 ( 58)	4	アルノルテ計画から撤退
1984 ( 59)	3	豪ワースリー (アルミナ) 操業開始
1985 ( 60)	7	アルプラス生産開始

# オイルショック前のアルミ地金生産能力

1978年頃のわが国のアルミ新地金生産量(年産)

- ①住友化学(住友アルミニウム製錬)(磯浦、名古屋、富山、東予) : 40.8万トン
  - ②日本軽金属(蒲原、新潟、苫小牧) : 37.7万トン
  - ③昭和電工(昭和軽金属)(千葉、喜多方、大町) : 24.2万トン
  - ④三菱軽金属(直江津、坂出) : 35.2万トン
  - ⑤三井アルミニウム(三池) : 16.4万トン
  - ⑥住軽アルミニウム(酒田) : 9.9万トン
- (6社 14工場 合計 : 164.2万トン)



## アルミは電気の缶詰(電力原単位)



新地金1トン当たりの電力原単位



アルミニウム: 13, 000~15, 000kWh

(Cf: アルミ再生地金: 400~500kWh)

(Cf: 銅: 1, 200kWh 亜鉛: 4, 000kWh)






## オイルショックの実態

■ 第1次オイルショック:原油価格;1年で3.9倍に

■ 第2次オイルショック:原油価格;2年で2.8倍に

売価17万円/トンの電力費が15万円  
逆ザヤ⇒売れば売るほど赤字に!





## アルミニウムの歴史(3)

1979~1988年:

住友化学(名古屋)、日軽金(新潟)、三菱軽金属(直江津)、住軽アルミ(酒田)、昭和電工(大町、喜多方)、住友化学(東予)、昭和軽金属(千葉)、住友化学(富山)、三菱軽金属(坂出)、日軽金(苫小牧)...

2014年:日軽金(蒲原)(高純度のみ)

わが国のアルミ製錬工場すべてが操業停止・廃業

わが国でアルミが造られて50年!

アルミ製錬法が発明されて100年!

⇒海外への進出(資本投資、技術輸出)

(製錬工場、バイヤープラント)

# 政府の対応(1)

1977年:産業構造審議会中間答申(125万トン体制)

1978年:産構審答申(110万トン体制)

「適正規模」⇒それを超える設備の処理

[政府の施策]

- ①アルミ地金の買上げ備蓄
- ②関税割当制度の実施と構造改善促進機関の設置
- ③特定不況産業指定
- ④火力発電設備の定期点検期間の延長
- ⑤政府系金融機関の既往貸付金利の軽減
- ⑥塩化アルミ電解法への助成
- ⑦雇用調整給付金、雇用個別延長給付対象業種指定



## 政府の対応(2)



1983年:産業構造審議会答申(70万トン体制)

[政府の施策]

- ①構造改善資金の交付
- ②備蓄買上げ
- ③関税の免除
- ④石炭転換補助金の交付と開銀融資

1984年:産構審答申(35万トン体制)

[政府の施策]

- ①関税の軽減
- 

## 国内（住友）のアルミ製錬の終焉

**1986**年10月30日：住友化学（住友アルミニウム製錬）の最後の製錬工場が全面停止

これにより、住友の国内でのアルミニウム製錬は、**1936**年2月19日の旧住友アルミニウム製錬によるアルミ生産開始以来、50年の歴史の幕を閉じた。（1986/12/31解散）

**1886**年にホール・エーによって、アルミの商業生産が開始されて、あたかも100年目の年であった。  
（住友化学社史より）

# わが国のアルミ工業（非鉄との違い）

- **アルミニウム：化学会社が製造**

理由は製造が化学プロセス中心であること

**原料**としての発想⇒総合商社まかせ（輸入）

技術：海外技術の導入

資金：大手銀行のバックアップ

伊丹敬之著「なぜ立ち遅れたのか-日本の化学産業（NTT出版）」

- **非鉄金属（銅・鉛・亜鉛）：鉱山会社が製造**

- **鉄：製鉄会社が製造**

**鉱物資源**としての発想（鉱山の開発、地質屋）

## オイルショックから得た教訓

- 資源・エネルギー戦略の甘さ(国も業界も)

“日本はエネルギーの長期需給計画を創  
れない国である”


⇒国民が**リスク**という概念を理解していない？

“徹底した省エネルギー社会の実現”経産省「エネルギー基本計  
画(2014)」

- 環境意識の欠如

廃棄物(赤泥)⇒海面埋め立て(埋立地欠乏)

海洋投棄(ロンドン条約)



数兆円をかけて育んだ、わが国のアルミ製錬業がわずか半世紀で幕を閉じたことに、最盛期から終焉期までを共にしたのものとして、哀惜の念を禁じえない。



夏草や兵どもが夢のあと(芭蕉)

露とおち露と消えにしわが身かな浪速のことも夢のまた夢(秀吉)



ご清聴ありがとうございました

2015. 11. 14