

海外プロジェクトのエンジニア - 開発との接点 -

2012年7月11日
@国際開発学会、「工学と国際開発」部会

東京工業大学国際開発工学専攻 連携教授
千代田化工建設(株) 松川圭輔



All Rights Reserved ©CHIYODA 2012

目次

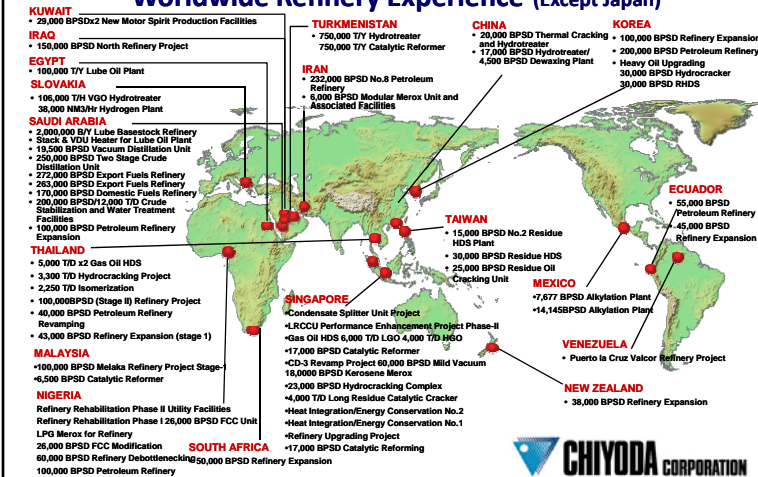
1. 背景: 海外プロジェクトの現状
2. 問題提起: 民間海外投資と国際協力
3. 事例: ミャンマー銅精錬プラント建設
4. 結語: 海外プロジェクトのエンジニアに必要なもの



All Rights Reserved ©CHIYODA 2012

Chiyoda's Overview

Worldwide Refinery Experience (Except Japan)



All Rights Reserved ©CHIYODA 2012

Chiyoda's Know-how Technology

3 D Model (Sample)



All Rights Reserved ©CHIYODA 2012

石油・ガスプラント

- 複雑な機械・配管群によって構成
- 短納期 (e.g. 28~36カ月)
 - エネルギー資源、大量生産の化学品の価格は変化が激しい
- EPC Lump Sum, Full Turn Key
 - 設計と建設の“ほぼ”同時進行 (Concurrent Engineering)、最も早く進む契約形態
 - 上流側変更が多いので、設計にスピードが求められる
- 熾烈な受注価格競争



All Rights Reserved, CHIYODA 2012

プラント建設のオーナー

- メジャーオイル系
 - ExxonMobil
 - Royal Dutch Shell
 - BP (British Petroleum)
- NOC (National Oil Company) 国営石油会社
 - Qatar Petroleum
 - Prutamina (インドネシア国営石油会社)
- 国営とメジャーの合併会社の場合も多い

ENR TOP 225 Contractors (1)

| 2011 | 2010 | | 国外工事歳入 (million \$, 2010) | 全歳入 (million \$, 2010) |
|------|------|----------------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | 1 | HOCHTIEF AG, Germany | 27,425 | 28,980 |
| 2 | 2 | VINCI, France | 16,558 | 45,110 |
| 3 | 4 | BECHTEL, U.S.A. | 12,500 | 19,714 |
| 4 | 5 | BOUYGUES, France | 12,432 | 30,671 |
| 5 | 6 | SKANSKA AB, Sweden | 11,623 | 14,636 |
| 6 | 7 | SAIPEM, Italy | 11,605 | 12,107 |
| 7 | 9 | FLOUR CORP., U.S.A. | 11,566 | 17,194 |
| 8 | 3 | STRABAG SE, Austria | 10,870 | 12,777 |
| 9 | 10 | TECHNIP, France | 7,940 | 8,069 |

ENR, 2011/8/29より



All Rights Reserved, CHIYODA 2012

ENR TOP 225 Contractors (2)

| 2011 | 2010 | | 国外工事歳入 (million \$, 2010) | 全歳入 (million \$, 2010) |
|------|------|---------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| 14 | 12 | KBR, U.S.A. | 5,864 | 7,648 |
| 18 | 19 | CONSOLIDATED CONTRACTOR GROUP, Greece | 5,264 | 5,264 |
| 23 | 23 | HYUNDAI ENG. & CONSTRUCTION, S. Korea | 4,309 | 8,877 |
| 35 | 51 | IGC, Japan | 3,024 | 3,589 |
| 46 | 33 | KAJIMA Corp., Japan | 2,106 | 14,395 |
| 49 | 45 | OBAYASHI Corp., Japan | 1,916 | 13,675 |
| 62 | 47 | TAISEI Corp., Japan | 1,435 | 12,978 |
| 70 | 61 | CHIYODA Corp. Japan | 1,284 | 2,331 |

ENR, 2011/8/29より



All Rights Reserved, CHIYODA 2012

海外プロジェクトエンジニアに求められること

- 契約重視の考え方
- 国際基準に対応したスキル
- スペシャリスト→コンサルタント
- 資格
- 国際設計基準
- 英語



All Rights Reserved CHIYODA 2012

英語

- 電話会議
- ディベート
- 論理的か



All Rights Reserved CHIYODA 2012

論理的でない、どうなるか？

● 「なぜそうなのか？」を説明できないと、説得できない

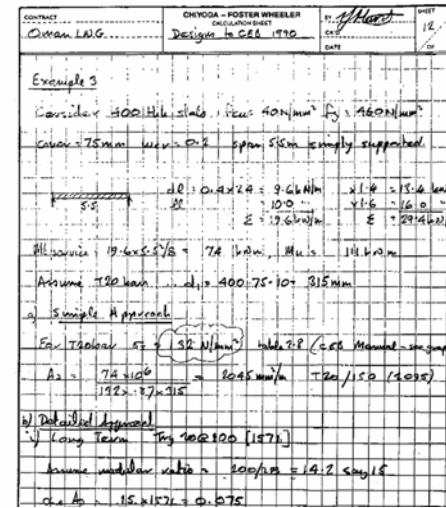


● グローバルな戦いや、反論ができない



西村克己
「論理的な考え方が面白いほど身につく本」
中経出版、2005

All Rights Reserved CHIYODA 2012



CEB 1990 Model Code
ひび割れ幅の計算

手書きはよみづらくても
英語で説明・説得できる

All Rights Reserved CHIYODA 2012

| | | | |
|----------------------------|---|-------------------|-------------------------|
| CONTRACT Owens-Illinois | CHIYODA - FOSTER WHEELER CALCULATION SHEET Design to CBS 1990 | BY [Signature] | SHEET 14 OF 14 |
|----------------------------|---|-------------------|-------------------------|

Design for short term stabilized cracking

$\beta = 0.6$ $\gamma_{sp} = 1.8 \times 1.5$

$F_{cr} = 108.4 \times 10^3 \times 1.5 = 162.2 \times 10^3$

$F_s = 162.4 \times 1.571 = 255.1 \times 10^3$

$A_s = \frac{162.2 \times 10^3 \times (255.1 \times 10^3 - 0.4 \times 162.2 \times 10^3)}{2 \times 400 \times 10^3 \times 0.7 \times 1.8 \times 1.5} = 1277 \text{ mm}^2$

Conclusion
Simple approach - conservative by 30%

Conclusion
Simple Approach - Conservative by 30%

All Rights Reserved CHIYODA 2012

Crack Width Calculation by CEB-FIP Model Code 1990
Project: OLG3 Substation No.12 roof beam

1 General
Limit Value of Crack Width: $W_{lim} = 0.3 \text{ mm}$
Exposure Class: Class T

2 Member Section

$b = 0.45 \text{ m}$ tension edge to center of tension steel: $c = 0.056 \text{ m}$
 $h = 0.75 \text{ m}$
 $d = 0.654 \text{ m}$
 rebar dia: $\phi_s \times (\text{rebar nos}) = 32 \text{ mm} \times 4 \text{ nos} = 3217.0 \text{ mm}^2$
 $A_s = 804.248 \text{ mm}^2$

3 Material
Concrete Characteristic Compressive Strength at age 28 day: $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
Mod. of Elasticity at age 28 day: $E_{ci} = 30 \text{ GPa}$
or $E_{ci} = E_{co} \times ((f_{ck} + \Delta f) / f_{cm})^{(1/3)} = 36268 \text{ MPa}$ or 36 GPa
where,
 $E_{co} = 2.15 \times 10^4 \text{ MPa}$
 $\Delta f = 6 \text{ MPa}$
 $f_{cm} = 10 \text{ MPa}$
or $E_{ci} = E_{co} \times (f_{cm} / f_{cm})^{(1/3)} = 36268 \text{ MPa}$ or 36 GPa
where,
 f_{cm} : actual compressive strength of concrete at age 28 day = 48 MPa
Mod. of Elasticity of Steel: $E_s = 200 \text{ GPa}$ (if no data, take 200 GPa)
Yield Strength of Steel: $f_y = 460 \text{ MPa}$

4 Structural Analysis Results
Depth to Neutral Axis: $x = 0.283176 \text{ m}$
Strain in Tension Rebar: $\epsilon_{s2} = 0.001369 = \epsilon_{s2}$
Steel Stress at the Crack: $\sigma_{s2} = 274 \text{ MPa}$

5 Calculation

All Rights Reserved CHIYODA 2012

経歴書

- CVがすべて
- 人材採用(市場から)
- プロジェクトチームは臨時に結成される分業性の組織
- 個人がプロフェッショナルとして実力を発揮できるか
- 日本人のチームでの個人の実力とは異なる



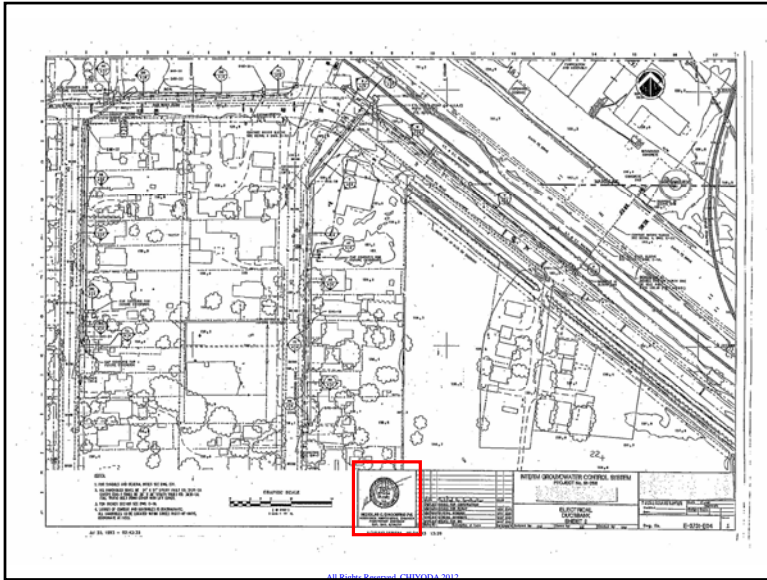
All Rights Reserved CHIYODA 2012

資格

- Professional Engineer PE
- 米国エンジニアの資格
- 設計図書への認証 スタンプ(有償で)
- 日本の技術士は使える?



All Rights Reserved CHIYODA 2012



NICHOLAS C. D'AGOSTINO P.E.
REGISTERED PROFESSIONAL ENGINEER
REGISTRATION #C039049
EXP. DATE 6/30/97

| Issue | Date | By | Description of Issue | Chk'd | App'd | Des |
|-------|---------|-----|----------------------------|-------|-------|-----|
| A | 7/2/93 | JLE | CERTIFIED FOR CONSTRUCTION | SCA | NED | |
| B | 7/16/93 | JLE | ISSUED FOR CONSTRUCTION | WBZ | NED | |
| B | 9/2/93 | MAV | ISSUED FOR PERMIT | MAV | GMK | |
| A | 5/7/93 | JLE | ISSUED FOR BID | MAV | GMK | |

L:\ELEC\3731E05 07/15/93 14:22

CHIYODA CORPORATION

土木学会
コンクリート標準示方書
施工編 2002年版

オーストラリア
LNGプラント
プロジェクト

日本の基準を
Spec. in

2.3 塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食に関する照査

(1) 構造物の所要の性能が、塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食によって損なわれてはならない。
 (2) 塩化物イオンの侵入に伴う鋼材腐食に関する照査は、鋼材位置における塩化物イオン濃度の設計値 C_d の鋼材腐食発生限界濃度 C_{lim} に対する比に構造物係数 γ_c を乗じた値が、1.0 以下であることを確かめることにより行ってよい。

$$\gamma_c \frac{C_d}{C_{lim}} \leq 1.0 \quad (2.3.1)$$

ここに、 γ_c : 構造物係数。一般に 1.0 としてよいが、重要構造物に対しては 1.1 とするのがよい。
 C_{lim} : 鋼材腐食発生限界濃度。一般に、1.2 kg/m³ としてよい。ただし、凍結融解作用を受ける場合には、1.2 kg/m³ よりも小さな値とするのがよい。
 C_d : 鋼材位置における塩化物イオン濃度の設計値。一般に、式 (2.3.2) で求めてよい。

$$C_d = \gamma_{cl} \cdot C_0 \left(1 - \exp\left(-\frac{0.1 \cdot c}{2\sqrt{D_a \cdot t}}\right) \right) \quad (2.3.2)$$

ここに、 C_0 : コンクリート表面における懸定塩化物イオン濃度 (kg/m³)。一般に、表 2.3.1 で求めてよい。

2.3 Verification for reinforcing bars corrosion caused by the ingress of chloride ions

(1) The required performance of concrete structures shall not be impaired by corrosion of the reinforcing bars caused by the ingress of chloride ions.
 (2) The verification for reinforcing bars corrosion caused by the ingress of chloride ions should be carried out by ensuring that

$$\gamma_c \frac{C_d}{C_{lim}} \leq 1.0 \quad (2.3.1)$$

where,
 γ_c : factor representing the importance of the but should be increased to 1.1 for import

CHIYODA CORPORATION

Guidelines for Control of Cracking of Mass Concrete 2008

jci Japan Concrete Institute

JCI Guidelines for Control of Cracking of Mass Concrete 2008

日本: JCI(日本コンクリート工学協会)

引張強度 f_t
 ひびわれ指数 $I_{cr} = \frac{\text{引張強度 } f_t}{\text{引張応力 } \sigma} > 1.0$

オランダ、デンマーク

Cracking Risk = $\frac{\text{Tensile Stress}}{\text{Tensile Strength}} < 1.0$

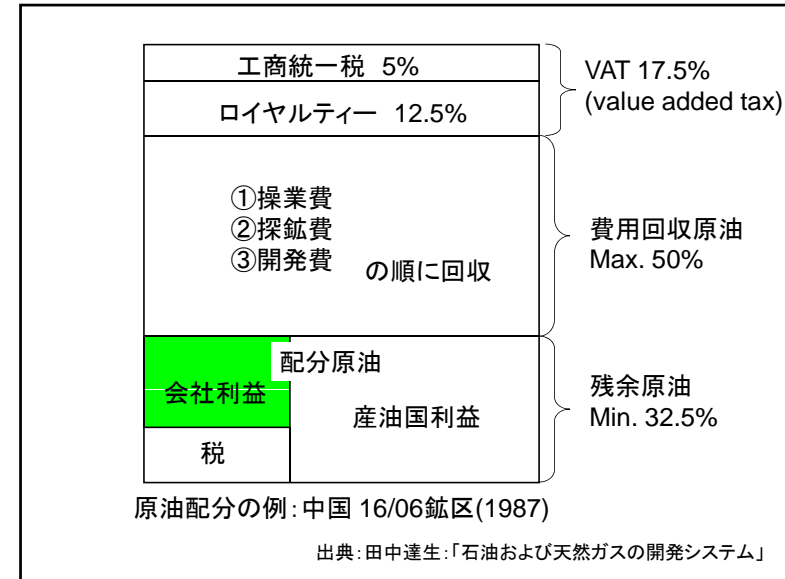
CHIYODA CORPORATION

石油の開発プロジェクト: 請負契約 (Production Sharing Contract)

- 地下資源はその国家、君主に属する。
- 石油開発会社(Contractor)にはリスク負担で探鉱・開発作業を行わせる
- 生産量に応じた報酬を利益または生産物(原油)で与える
- その他、技術移転(Technology Transfer)条項などがある場合もある

石油開発は非常にリスクの高い事業

資源を略奪しているわけではない



民間海外投資の目的

- 投下した資本による利益の最大化が目的
- 貧困、不平等、失業の軽減などに興味があるわけではない
- NGOによる援助とは対極

「トダロとスミスの開発経済学」
国際協力出版会、2004

民間海外投資による開発への影響

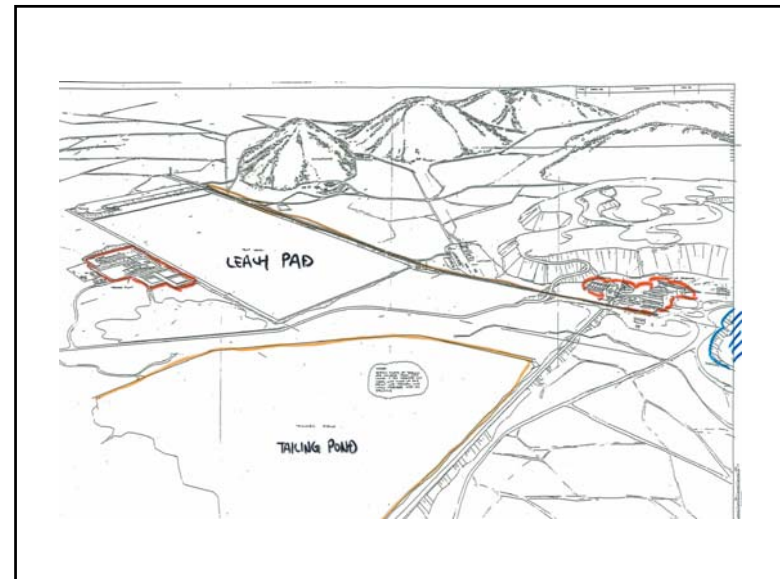
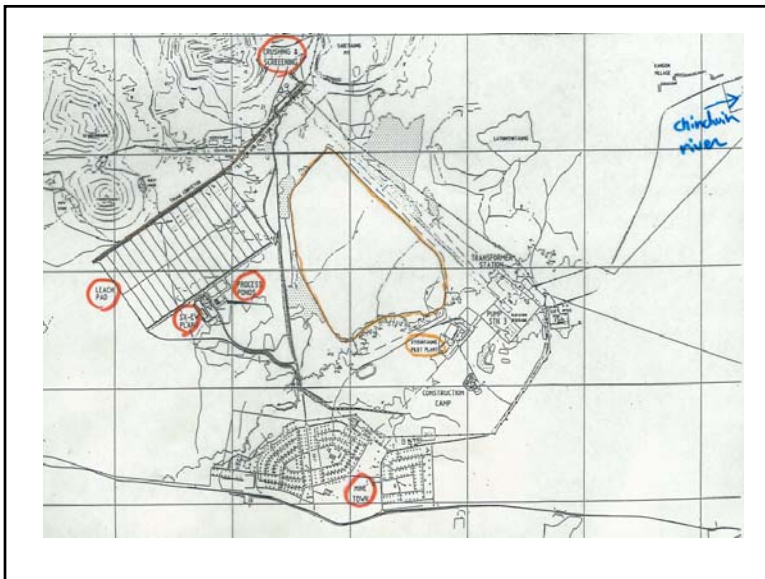
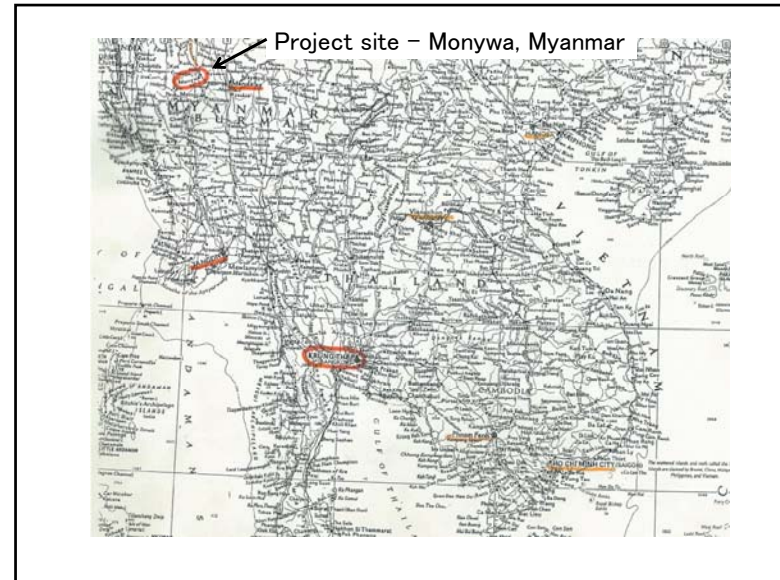
- 賛否両論あり
- 賛成:
 - 貯蓄、外貨、政府収入、人的資本の技能、のレベルアップ
 - 自由市場メカニズムの効率性
- 反対:
 - 途上国内の都市と農村、貧富の格差を拡大
 - 植民地的

「トダロとスミスの開発経済学」
国際協力出版会、2004

ミャンマー、モニワ銅精錬プラント

Project Outline

- Copper Mine, Solvent Extraction – Electrowinning Process Plant
- Location: Monywa, Myanmar
(100 km west of Mandalay)
- Scope of Work
 - Crushing/Handling System (Refurbishment)
 - Leach Pad and Pond Liner
 - Solution Distribution and Collection System
 - Process Plant
 - Barge Ramp/Unloading Facility
 - **School/Hospital (Building Refurbishment)**



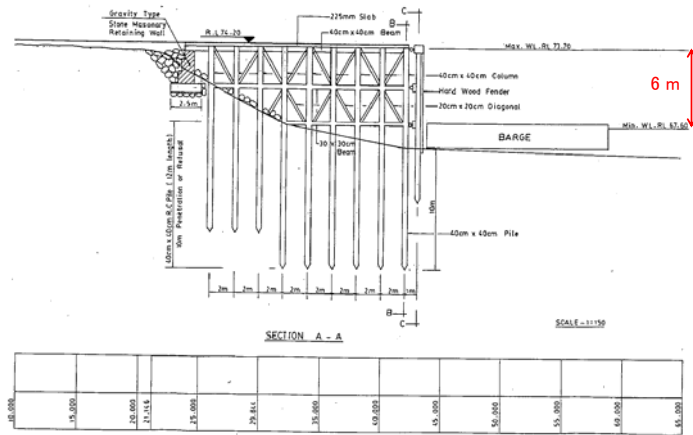
Mine Town, Monywa



Heavy Rain in Monywa



Quay Wall



Concrete Mixing



Concrete Placing



Concrete Pile Production



Myanmar Local Contractor

- Old construction equipment
 - Concrete Mixer (gravitational)
- Material
 - Import Cement, Reinforcing Bar
 - Pile Production
 - Timber, Brick (available)
- Manpower
 - Many workers, inexpensive labor cost
- Skill
 - Brick House, Pagoda (Temple)

Education

- Accuracy – Process Plant is not the same as Pagoda.
 - Orientation, Elevation, Surveying
- Safety
 - hard hat, safety shoes, shirt, safety patrol
 - newcomer orientation (local language)
 - electricity, roller (foot injury)
- Sense of Quality Control
- Schedule

最近の視点

- 援助は政治的な意味が大きい、友好国
 - 国有化のリスク
- 地球規模での相互依存関係が重要
- 先進国にとっても途上国の生活水準の向上が益する
- 日本の貿易収支が赤字に
- もはや「加工貿易」ではない
- 海外に投資して得た利益で日本で生活する

外国人との協働

- エンジニアとしての力量
 - 現場で必要とされる技術を
- 外国人にとって魅力のある日本の会社に
- 正確で、適切なコミュニケーション
 - 高コンテキストな日本語 → 低コンテキストな英語
 - 丁寧に説明するように



All Rights Reserved CHIYODA 2012

1. 背景: 海外プロジェクトの現状
2. 問題提起: 民間海外投資と国際協力
3. 事例: ミャンマー銅精錬プラント建設
4. 結語: 海外プロジェクトのエンジニアに必要なもの
 - 国際基準に対応したスキル
 - 現場で必要となる技術を
 - プロジェクトの性格は違っても現場での苦労は同じ
 - 外国人との協働
 - Cool and Comfortable



All Rights Reserved CHIYODA 2012

最後に、岡田武史元監督

- 2002/6 サッカーW杯日韓共同開催
- 環境問題に関心をもつ
- 2002/8 ヨハネスブルグ、「環境開発サミット」に参加
- しかし、
- 「青二才のような理想を胸に参加した私は、人間の愚かさに打ちのめされた」
- どのNGOグループも「私たちのグループに入りなさい」という誘いの文句」
- 環境エリートとして成功していることに満足し、本来の目的を失っているような人もいた
- 10m 先にパスを渡せない選手の技術をそのままにして、一気にすべてを解決してくれる魔法の戦術を負うな。

サッカー

福田 武史

サッカーのワールドカップ(W杯)日韓大会が始まる前、私は本場の意味での共催は難しいだろうと予測していた。両国の過去の歴史や国民感情を考慮してのことだ。現実には、共催より分権と

なかったが、韓国の高速度鉄道の中の衛星放送で、日本が点を入れたとき、韓国の若者がワーとわい

が教えてくれた気がする。私が代表のコーチをしていた一九九五年二月、香港の大会で日本は韓国と決勝で戦うことになった。最終的にはPK戦で日本は勝つのだが、延長戦にもつれこむ同点シュートを決められたとき、

だかまりは少しあった。そんな私に彼は懇々と話しかけてくる。「なんだ、こいつ良いやつじゃないか。話さうちにおわだかまりは消えていった。私のような感想を持つ人々が今回、日韓でも大勢いたことだろう。たぶんそれは私の予想は完全

を見直し、菅正志なで生かすべしとまでなればならないのだ。今回のチームは「途上国の持続可能な開発」と、焦点がずれてきている。自国経済優先の米國と日本が消極的で、会議はまともな言い方と聞かれて

百聞は一見にしかず

た」と教えてくれた韓国の友人もいる。互いの国を行き来し、共通の話題を持ち、直接自分の目で見て、肌で感じることで頭で理解していた以上のことを多く知り合う。知ることには相互理解の第一歩だが、それがすべてかもしれない

今では「リーグの市原に在る確信がベンチにいる我々に対して人さし指を立てながら走り去った。そのとき「絶対に許さない」と思った。

今月末に南アフリカのヨハネスブルクで「環境開発サミット」がある。前回開催のリオデジャネイロで「永続可能な地球」という視点が示された

今月末に南アフリカのヨハネスブルクで「環境開発サミット」がある。前回開催のリオデジャネイロで「永続可能な地球」という視点が示された

私も環境関連NGOの一員であり、ヨハネスブルクの会議に参加するつもりだ。相手を知らずに戦うことはできない。W杯での日韓の若者たちが負けないよう、私も自分の目で、肌で何かを感じていこうと思う。

本若者が「デーハーミング(大韓民国)」と唱和し韓国チームを応援。昨日「自分には信じられ

昨年「リーグ・オー」ルスター戦で監督に選ばれた私は、自チームの中に彼を見つけた。今さら懐くことはなかったが

今月末に南アフリカのヨハネスブルクで「環境開発サミット」がある。前回開催のリオデジャネイロで「永続可能な地球」という視点が示された

今月末に南アフリカのヨハネスブルクで「環境開発サミット」がある。前回開催のリオデジャネイロで「永続可能な地球」という視点が示された

私も環境関連NGOの一員であり、ヨハネスブルクの会議に参加するつもりだ。相手を知らずに戦うことはできない。W杯での日韓の若者たちが負けないよう、私も自分の目で、肌で何かを感じていこうと思う。

2002/8/27 日経朝



サッカー

岡田 武史

前回のコラムで書いたとおり先日、南アフリカのヨハネスブルクで開かれた環境サミットに参加して来た。一九九二年の前回サミットでモリス・ストロンク事務局長が最後に訴えた「我々にはまだチャンスがある。しかし、同じ過ちを繰り返している余裕はない」という有名な言葉から十

どのめる画期的な成果は期待薄だと感じていた。むしろ、私が知っていたのは、非政府組織(NGO)や市民の力を結集し、国境や宗教、民族を

くのは「だから、私たちはネットワークに入りなさい」という誘いの文句。世界でも有数のあるNGOの代表は「ビッグN

い答えを返してきた。環境エリートとして成功していることに満足し、本来の目的を見失っているような人もいた。

にスペインに寄り、国内リーグの開幕戦を見てきた。そこで四年前、突然仕事を辞めて「家族とスペインで暮らす」と言って、日本を飛び出した大学のサッカー部時代の仲間に出会った。

まず地道な改善から

現実には地球環境は悪化していると思うのだが、予備会議の様子から今回のサミットで、政府間協議ではお互いの利害が対立し、環境悪化を押しと

GOO)や市民の力を結集し、国境や宗教、民族を超越してつながっていくには、大きな力を発揮できるのではないかとこのように考えた。

世界中のいろいろなNGOの人たちと話す機会を掴み、さまざまなイベントを見た。その結論から言うと、青二才のよう

まず地道な改善から。技術をそのまますべてを解決してはくれる魔法の戦術を盗って失敗する

「サッカーを見たかったから」。彼がそれほどのサッカー好きだったとは知らず面喰らった。奥さんと娘さんをお連れしたサッカー談話はとまらぬほど話を知らない。別

「サッカークラブ」が耳にこびりついて

「サッカークラブ」が耳にこびりついて

「サッカークラブ」が耳にこびりついて

「サッカークラブ」が耳にこびりついて

「サッカークラブ」が耳にこびりついて