



情報技術の上の 社会システムアーキテクチャ

国立大学法人九州大学
安浦 寛人

A close-up photograph of a red theater curtain with a gold fringe at the top and a gold tassel on the left side. The curtain is slightly wrinkled, and the lighting is warm, highlighting the texture of the fabric.

第一幕

世界を変える情報技術

Bangladesh

マスタードの畑



水道は都市部のみ,
電力は40%の世帯普及率,
携帯電話は30%以上の普及率

家の前の池
飲料水, 洗濯,
沐浴



村のインターネットビジネス

- ・ 誰が何のために使うのか？



Internet Station in Village

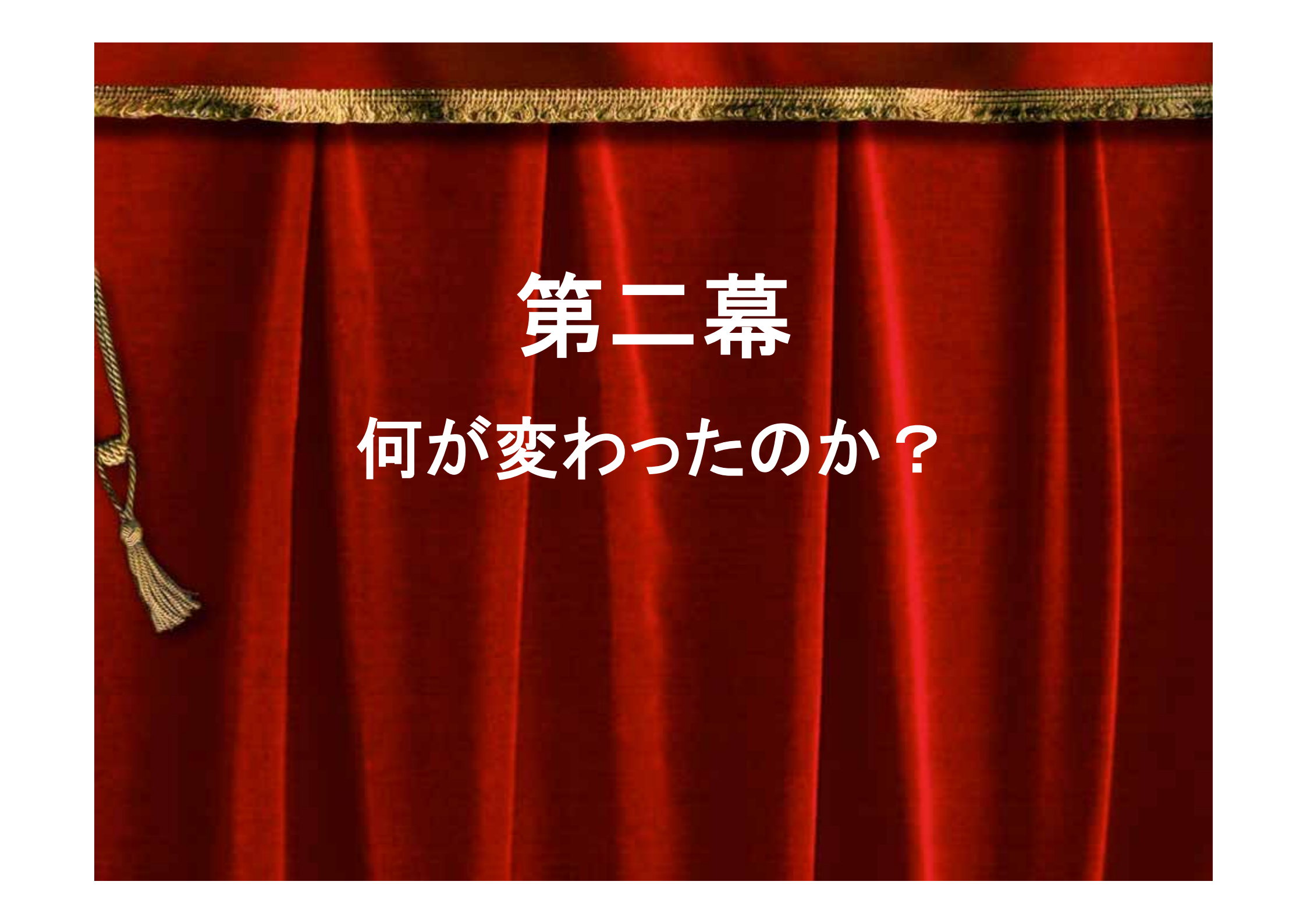
ネットの向こうは？



Burj Dubai

Global Business on Internet

- 国際労働市場への入り口
 - ドバイなどの中東諸国を中心とした建設労働市場への入り口
 - 検索サービス, 申し込み, ビザ取得サービス
 - パスポート申請書のダウンロード
- 1日平均10名程度の利用者
 - 10km以上離れたところからも利用者が来る
- 技術的な課題
 - Last 10 mile connection
 - 安価な中距離無線通信
 - WiMaxなどの実験場



第二幕

何が変わったのか？

システムアーキテクチャの変化

- 専門的機器から生活必需品へ
- 単体から環境へ
- 製品中心から運用中心へ

「所有の概念」の変化

専門的機器から生活必需品へ



大衆の日常品
廉価／単純な操作／大量

プロの道具
高価／複雑／高性能



システム構成の変遷

複雑化
高性能性
硬直化



単純化
柔軟性

Main Frame

PC

Internet

70

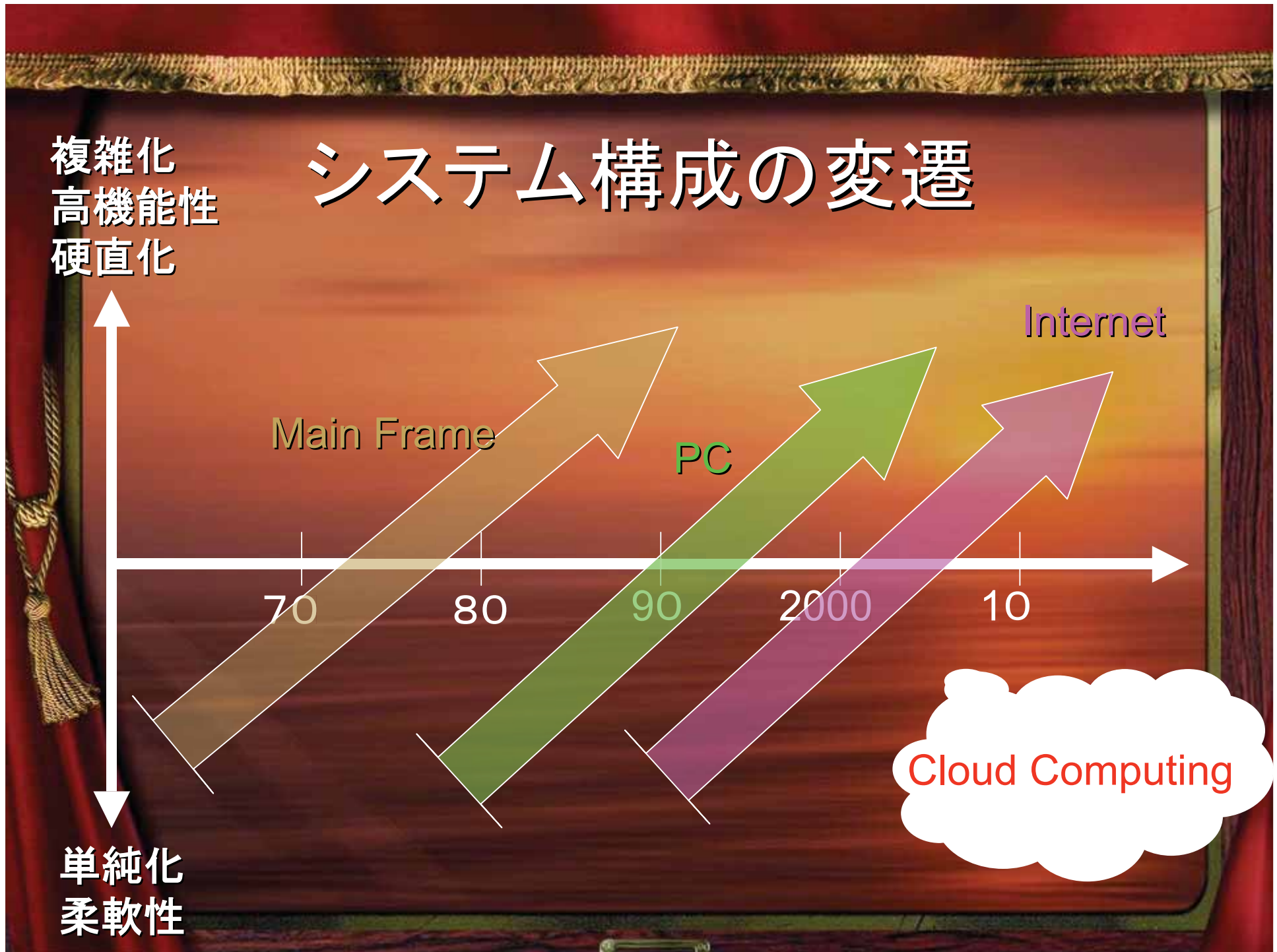
80

90

2000

10

Cloud Computing

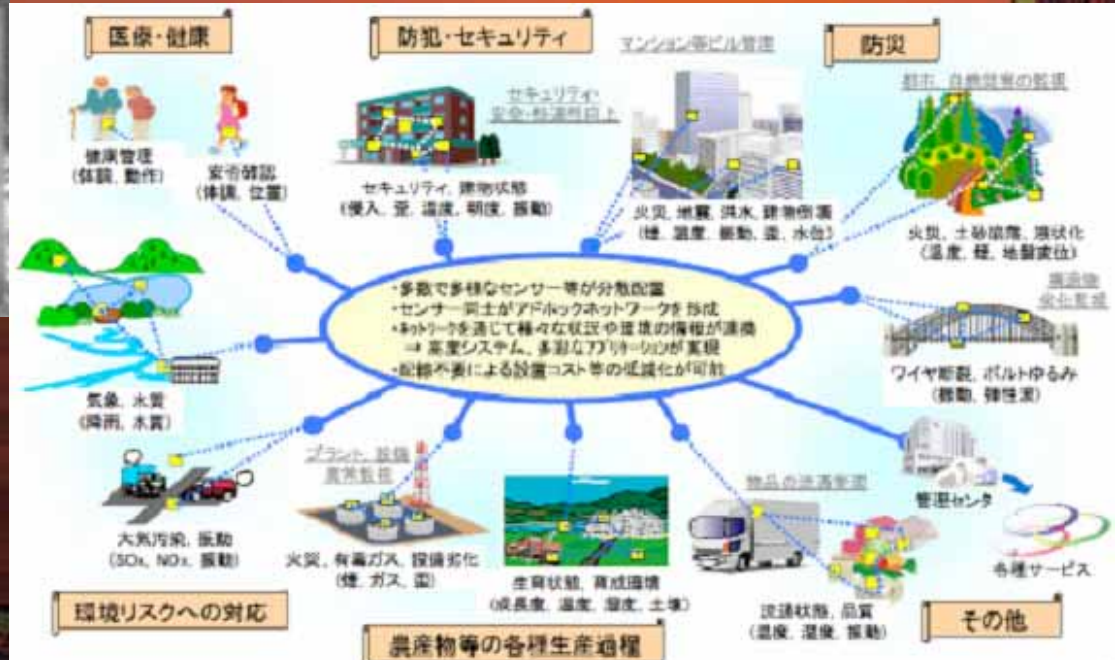


単体から環境へ

環境としての情報システム
インターネット
ユビキタスコンピューティング
センサーネットワーク
システム内からの発想



計算機単体
LSI単体



製品中心から運用中心へ

- A.C.Hax and D.L.Wilde II: デルタモデルーネットワーク時代の戦略フレームワーク

トライアングル: 3つの異なる戦略オプション

システムのエコミクスに基づく競争:
補完者のロックイン(囲い込み)、競争企業野の
ロックアウト(締め出し)、業界標準

システム・ロックイン

Intel
Microsoft
任天堂

IBM, トヨタ
Amazon

カスタマー・ソリューション

顧客のエコミクスに基づく競争:
顧客コストの削減または利益の増大

Sony, Panasonic

ベスト・プロダクツ

プロダクトのエコミクスに基づく競争:
低コストまたは差別化ポジション

所有の変遷

- 音楽
 - エジソン以前：生演奏、楽団や演奏技術の所有
 - レコード：プレーヤーと盤の所有
 - 放送：受信機、録音／再生装置の所有
 - Net時代：データの所有
- ニュース情報
 - 活字時代：新聞・週刊誌などの紙媒体
 - 放送時代：ラジオ・テレビの受信機
 - ネットワーク時代：情報端末／サービス利用権

情報技術における所有

	HW	SW	情報／サービス
Main Frame	組織で所有	組織で所有	組織で所有
PC	個人で所有	個人で所有	個人で所有
Internet	個人／組織で所有	個人／組織で所有	共有可能
Cloud Computing	共有可能	共有可能	共有可能

情報やサービスの所有に関する人類史的な変革？
過去の物質ベースの所有権のアナロジーが壊れる？

貨幣の変遷



硬貨

(紀元前20世紀～)

- ・ 価値: 金属の希少性
- ・ 保存則: 金属の保存則
- ・ 価値と権利は一体
- ・ 物の所有権の概念



紙幣

(10世紀～)

- ・ 価値: 印刷情報
- ・ 保存則: 紙の保存則
- ・ 価値と権利の分離
- ・ 信用情報と物の所有の組み合わせ



電子マネー
デリバティブ

発行者の多様化

(21世紀～)

- ・ 価値: デジタル情報／仮想化、分散化
- ・ 保存則: デジタル情報？
- ・ 価値や権利の分散化
- ・ デジタル情報を媒体とした分散化した新しい所有権の概念の確立

信用情報の伝達コストと速度による変化

所有の未来像

- 所有対象の抽象化
- 物や組織の共有化
- 個人に付随する情報の所有権
- 個人が所属するのは国家か？別の組織か？
 - 身分保障の問題
 - 税や経済圏の形成
- Ursula Kroeber Le Guin, “The Dispossessed”

第三幕

技術の視点からの予測

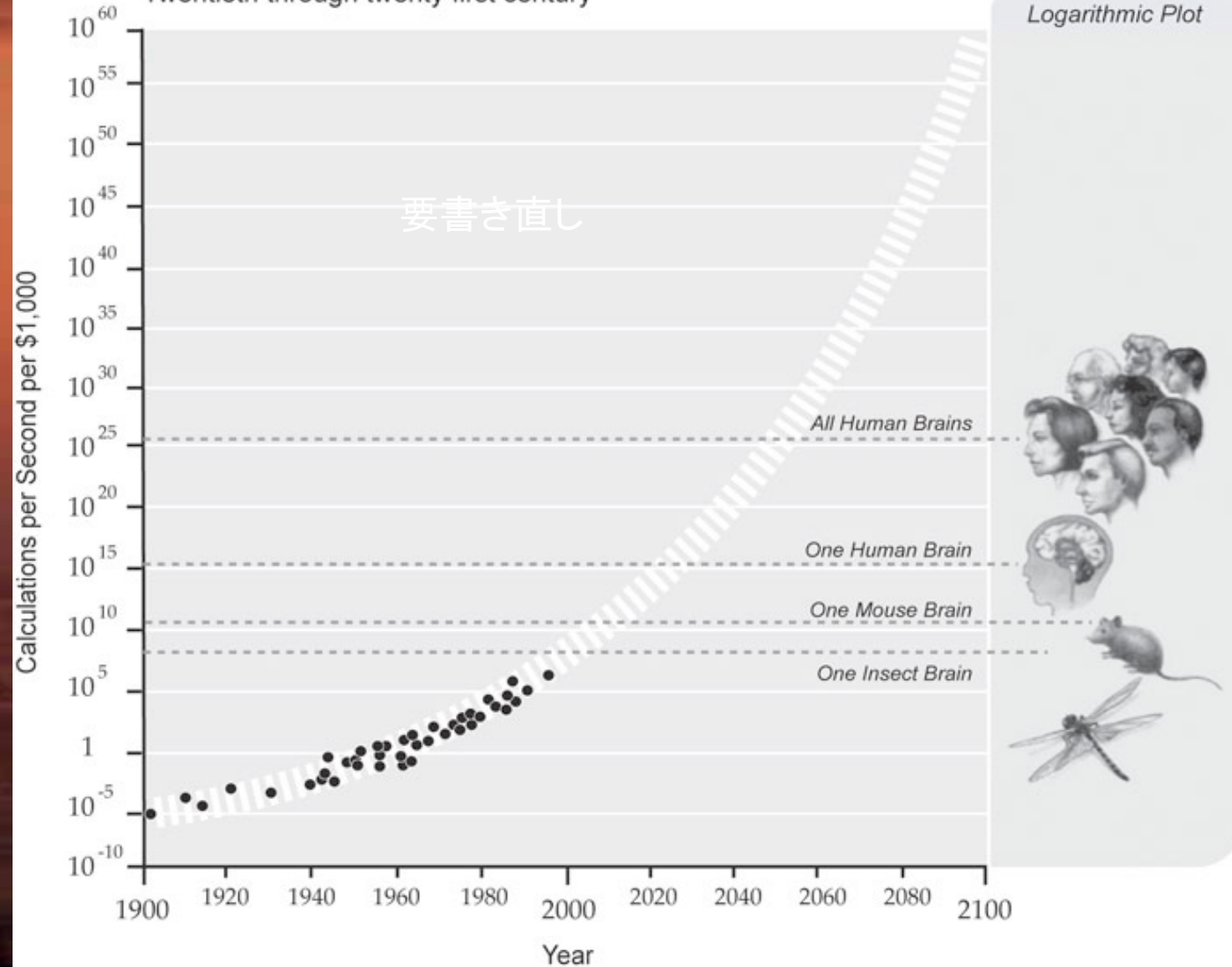
-集積回路研究会「2025年の半導体産業
を考える石垣島合宿」から-

参考：2025年の半導体技術 誰が何をつくるのか

日経マイクロデバイス特別編終版、日経BP社、2008年

Exponential Growth of Computing

Twentieth through twenty first century



Ray Kurzweil, Kurzweil Technologies, Inc

2025年に細胞レベルのSOCをつくったら

細胞 $(10\mu\text{m})^3$

半導体 $(10\text{mm})^2 = 2 \times 10^8 \text{Tr} @ 65\text{nm}$

$(10\mu\text{m})^2$ になると $2 \times 10^2 \text{TR}$

$65\text{nm} \Rightarrow 8\text{nm}$ $1.28 \times 10^4 \text{TR}$

8枚集積 $1 \times 10^5 \text{TR}$

100kTR

8bitマイコン 20kTr

1kbyteSRAM 64kTr

I/O 0.1kTr

AD/DA 0.5kTr

misc 20kTr

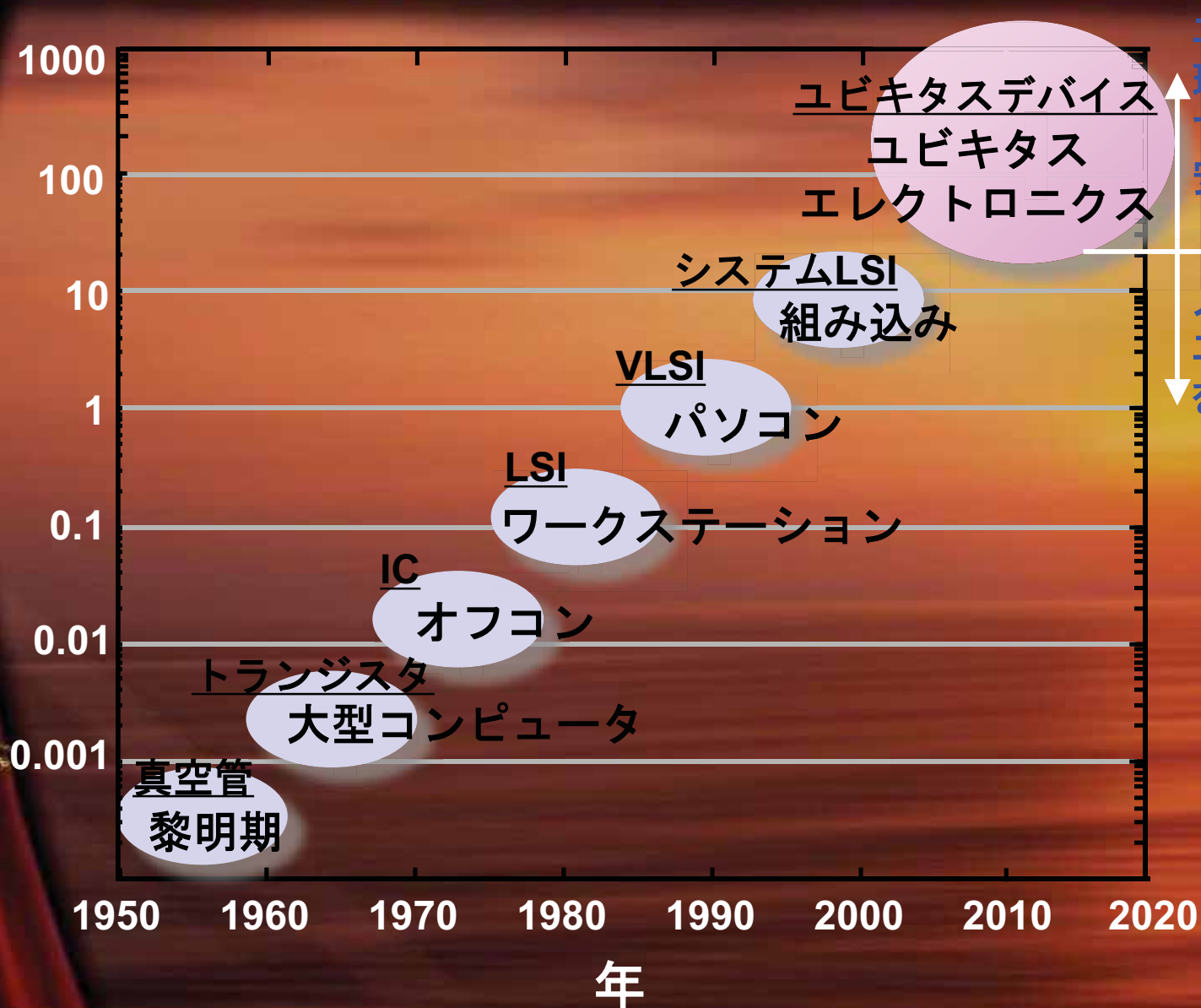
クロック 数MHz

消費電力 0.1uW以下

電源電圧 数十mV

細胞内外の電位差

一人当たりのプロセッサの数

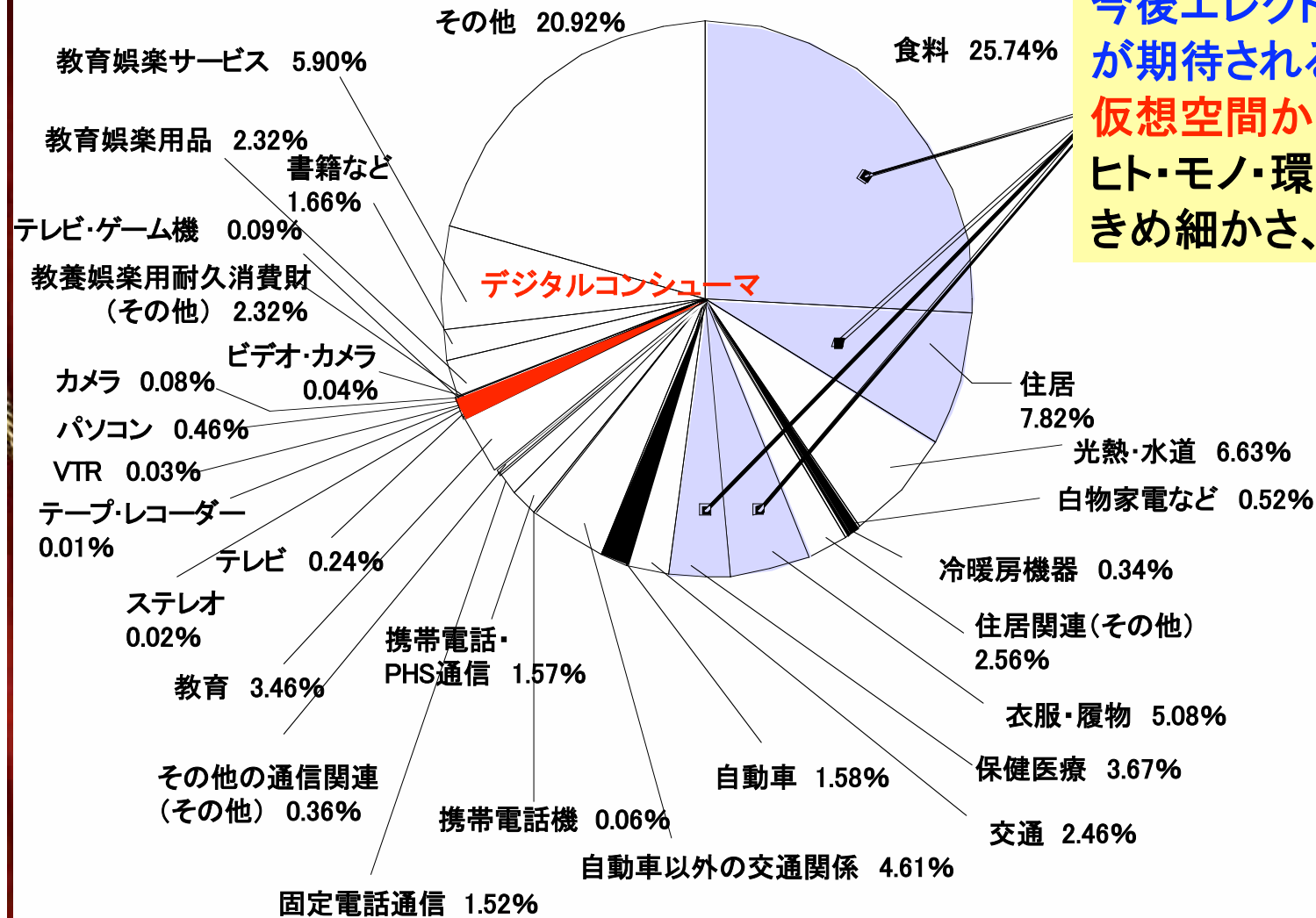


エレクトロニクスが
環境の一部となっ
て生活の利便性や
安全性を高める

人間が意識して
エレクトロニクス
を使う

日本の世帯の年間出費分布

今後エレクトロニクスの活躍
が期待される分野
仮想空間から実空間へ
ヒト・モノ・環境
きめ細かさ、信頼性、ブランド



東京大学 桜井貴康 教授作成
(元データは日経BP)

2025年の半導体関連産業構造とアプリケーション

人類破滅の回避、BOPの貧困解消に向けたアプローチ

Life-aware semiconductor products and systems with earth conscious

応用



異業種とのコラボレーション

異種材料との融合

切り札

超多品種 PF化で開発の裾野を拡大 中小企業の活力10000社!!

巨大ファブ(最先端は巨額)
(最先端~レガシープロセス)

ナノファブ(10億円)
(最先端プロセス&小径ウェハ)

切り札

TSMC/Intel/メモリ専業
(多品種多量)

大規模ファウンドリ

多品種少量生産は
IDM型でスタート

IDM保有ファウンドリ

現在の日本のIDM
(多品種少量)

エマージングマーケット
エマージングテクノロジー
へのアプローチ

現状

日本型垂直統合

台湾型垂直非統合

多ファブ型垂直統合

多ファブ型垂直非統合

産業構造

第四幕

市場は何を求めているか？

ライフサイクル

エネルギー問題

価値と信用

世界の人口構成

成熟した先進国
北米、西欧、日本など
約6億人

第1グループ

2000年までのIT市場
日本は20%

急速に発展する諸国
韓国、台湾、東欧、ロシア、
中国・インドの先進地域、
ブラジル、東南アジアの一部
約20億人

第2グループ

2001年以降のIT
市場
日本は5%以下

発展途上国
アフリカ諸国、中東、南アジア
東南アジア、南アメリカ
約40億人

第3グループ

将来のIT市場

Asia & Africaの巨大市場

ダッカの車は90%がトヨタ

- 何故トヨタだけが使われるのか？

Light Engineering in Old Dacca

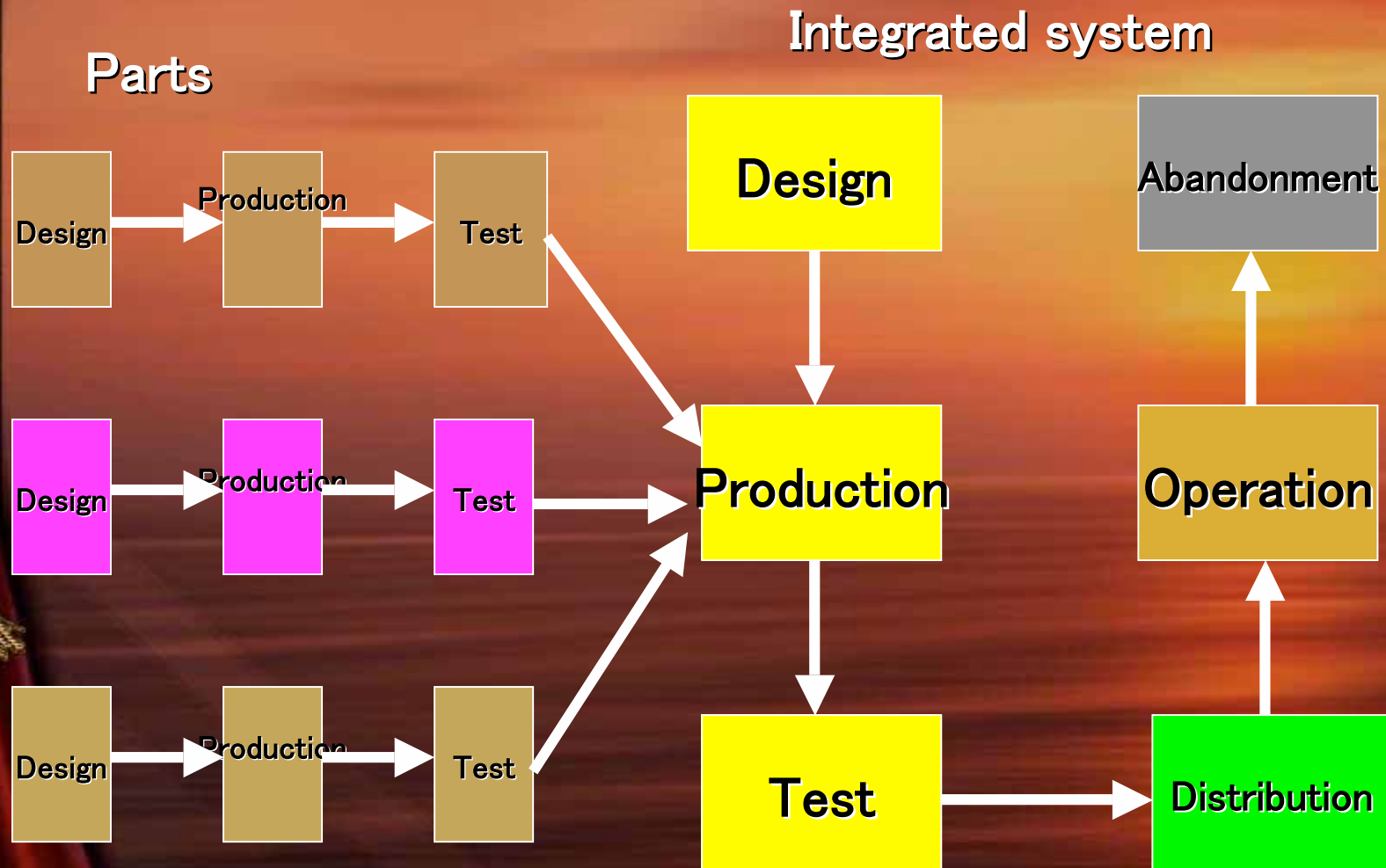


サプライチェーンの重要性

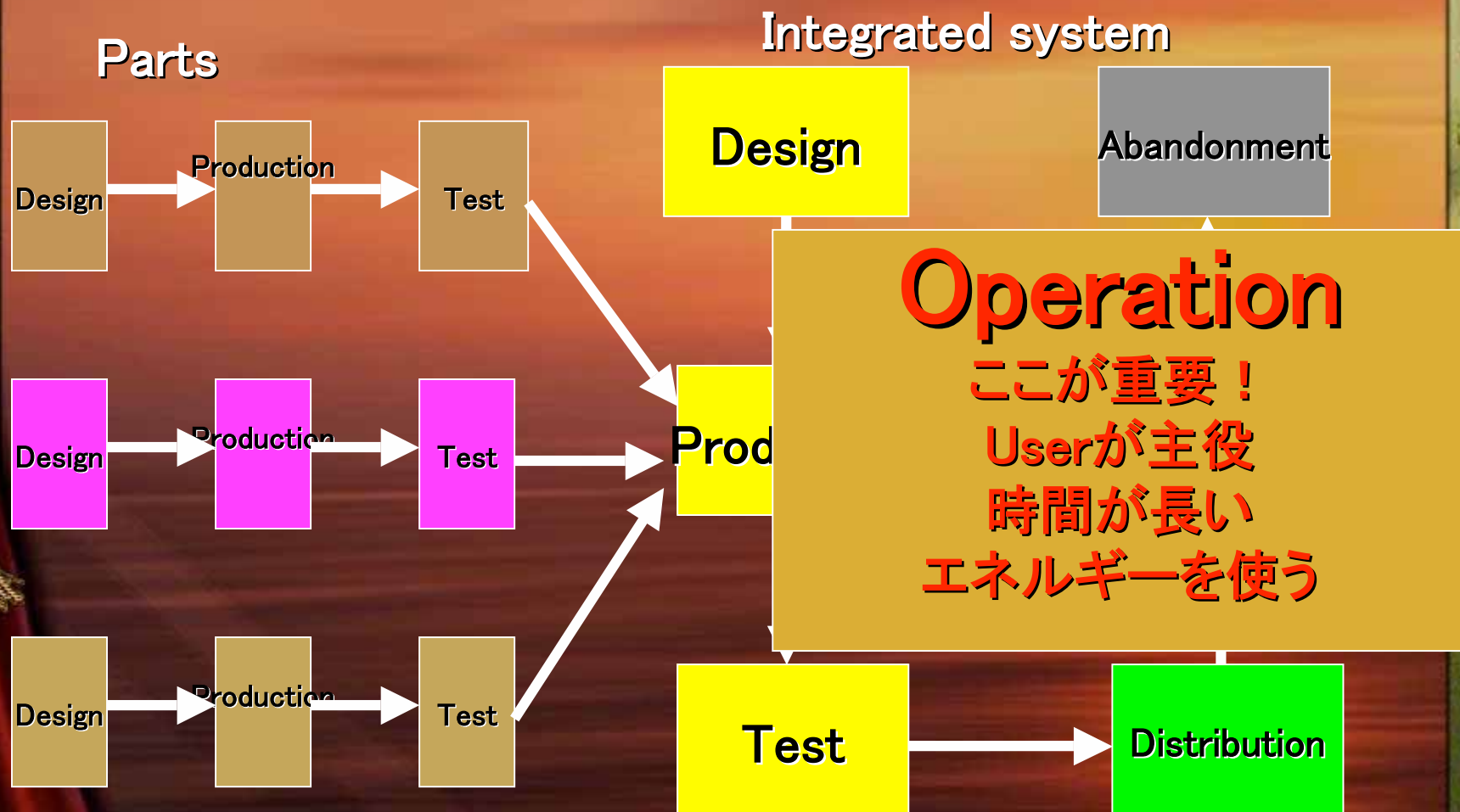
- トヨタ車には現地サプライチェーンが確立
 - Old Daccaの町工場群
 - 旋盤1台の小工場
 - 代替部品の供給網
- 日本車の中古市場
- 技術的課題
 - 2次マーケットへの電子部品の供給
 - テクノロジーの変化に対するサプライチェーンの変化



部品とシステムのライフサイクル



部品とシステムのライフサイクル



ライフサイクルを考えた アーキテクチャ設計

- Operation時間の延長
 - システム寿命の延長
 - 保守／修理可能性
 - 2次／3次利用への配慮
 - Operation時の改良可能性
 - ブラックボックス化の弊害
 - 部品交換の可能性
- 廃棄時への考慮
 - 廃棄物公害の防止
 - 資源の再利用

電力インフラが無い！

- 40%の家庭にしか電力供給が無い。電力インフラをどう作るのか？

Grameen Shakti



エネルギーインフラの整備

- 5年分の「ろうそく」のコストで太陽電池パネルシステムの導入が可能
 - 照明と情報機器(テレビと携帯電話)
 - Micro Financeの利用
- 分散的／地産地消的エネルギーインフラ
- ビジネスモデル
 - 照明の確保による夜間労働の実現
 - 余剰電力の販売:隣家や携帯電話充電等
 - 長期的には子弟の教育への影響
- 技術的課題
 - エネルギー源:太陽電池パネルとバイオマス発電
 - 蓄電技術:クリーンな蓄電池
 - 保守体制の整備

Green Computing

$$E_T = E_P + E_O + E_A - E_E$$

E_T : Total Energy Consumption

E_P : Energy Consumption in Production

E_O : Energy Consumption in Operation

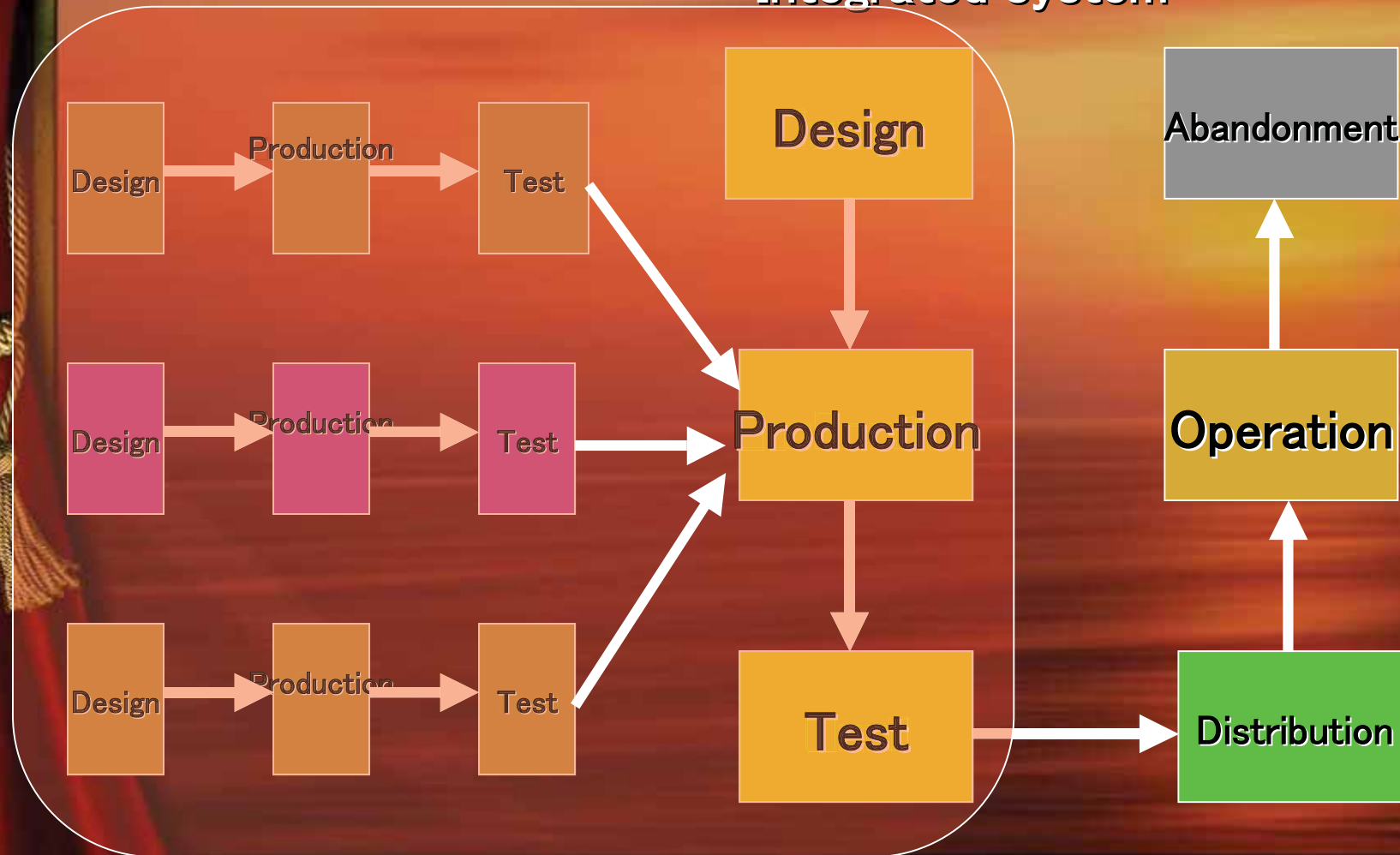
E_A : Energy Consumption in Abandonment

E_E : Energy Reduction by Usage of the System

製造のエネルギーと使用時のエネルギー

Parts

Integrated system

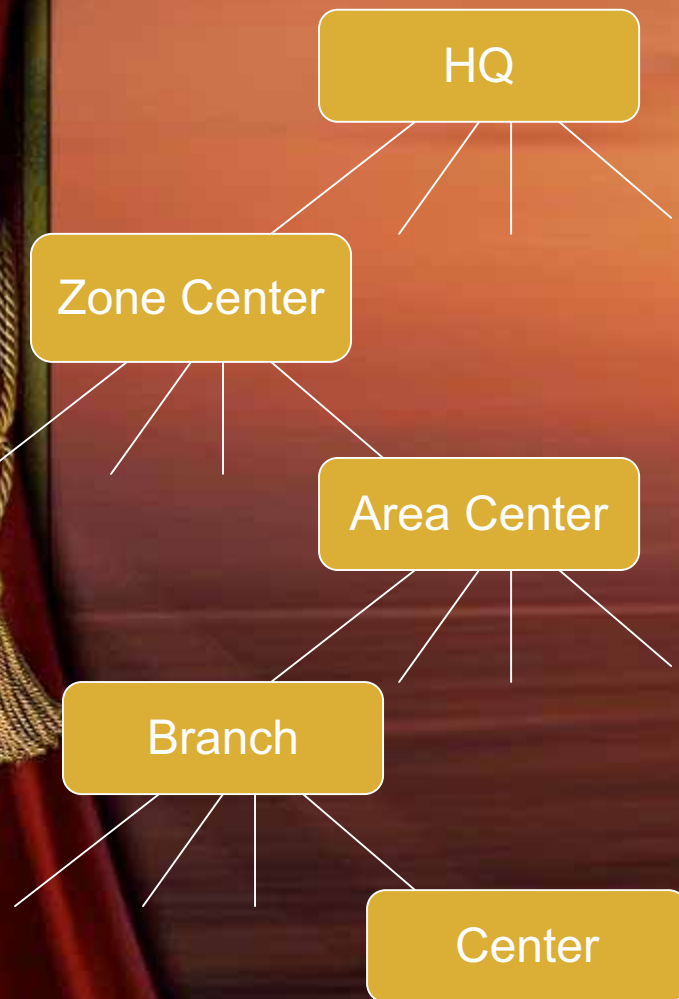


金庫も通信回線も無い銀行

- どうやって800万人近い会員に銀行業務を提供しているのか？



Grameen銀行の構成



Area Center: パソコン3台, ネット接続無し,
金庫も無い

Branch: パソコン無し, 金庫も無い

Center: 村の集会所

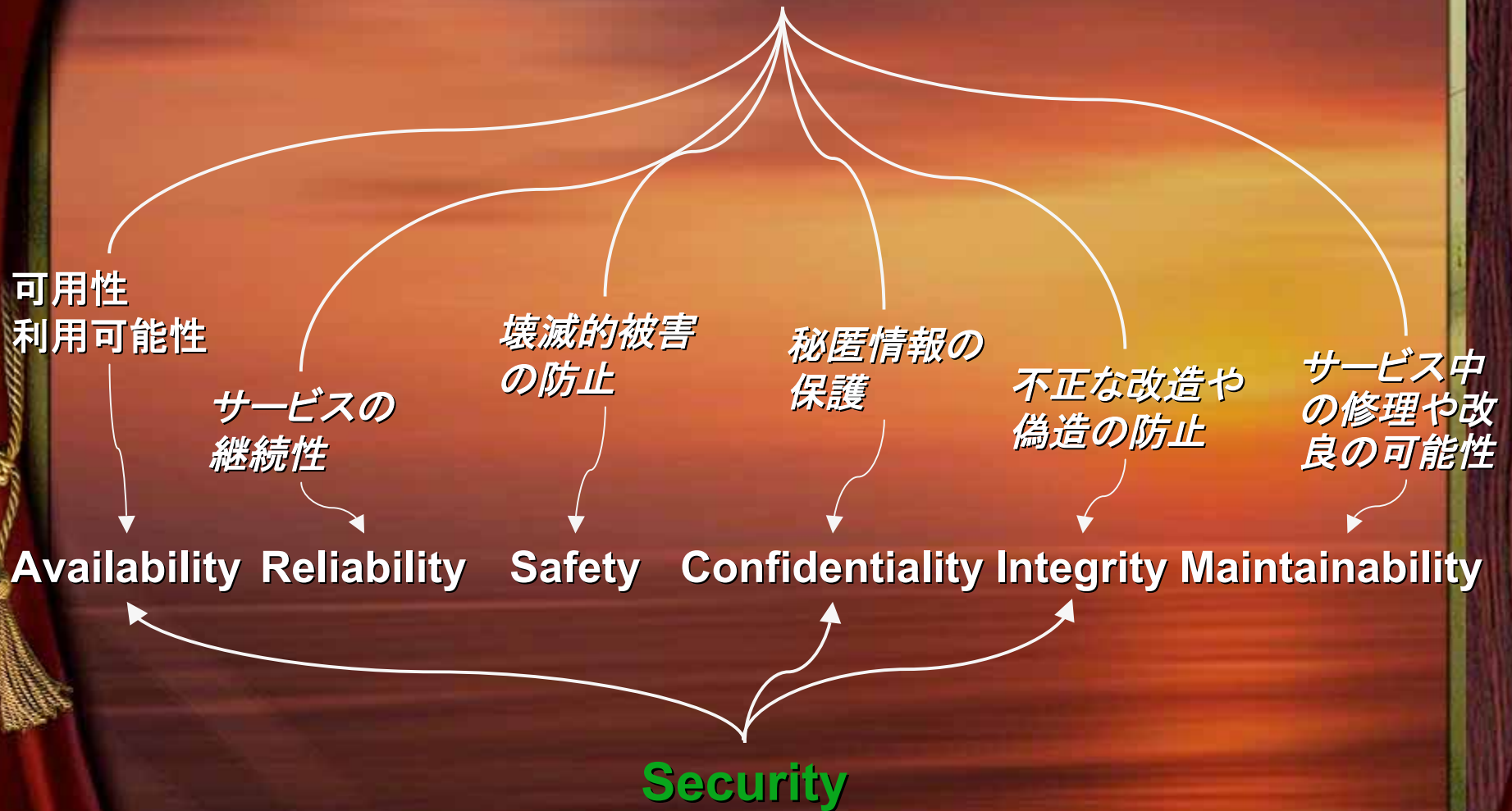
数十名の会員



電力／通信インフラの無い金融ビジネス

- Area Centerでのデータ集計
 - 基本的に紙ベースの業務
 - 電子化データはUSBやCDに入れてバイクで運ぶ
 - ソフトウェアは自主開発. ケニアやタンザニアに輸出
- 金庫の無い銀行
 - 1日の預金はその日のうちにArea内で融資してしまう
 - 資金は常に必要な人の元へ
 - ローカルな経済還流系
 - 国際通貨市場の変動リスクからの分断
- 技術的な課題
 - 既存インフラ(携帯電話)を用いた送金システム
 - BOPのインフラの上での新しい銀行システム
 - ICカード等を用いた新しい顧客認証システム

Dependability



電子化やデジタル化だけがソリューションではない
総合的にDependabilityを実現するアーキテクチャは？

BOPが求めるものは？

- エネルギー供給
 - 集中方式か分散方式か？
 - クリーンなエネルギー貯蔵システム
 - 単純で安価な保守機構とサプライチェーン
- データ通信基盤
 - 不安定なエネルギー供給への対応
 - Last 10 mileの接続
 - 安定的な保守機構
 - 利用法と収益構造(ビジネスモデル)

BOPが求めるものは？

- サプライチェーンと2次／3次利用
 - － 製品と部品の寿命の違い（自動車や建機）
 - － 専用チップとブラックボックス化の問題点
 - － 資源の長期（再）利用と地球環境問題
- グローバル化とローカル経済
 - － 新しい経済制度とそれを支える技術
 - － 「価値（マネー）」と「信用（ID）」
 - － 新しい社会経済基盤とその媒体／システム

常識を変えよう

- 9000億円市場の形態
 - $30\text{万円} \times 300\text{万台} = 3\text{千円} \times 3\text{億台}$
- 先進国の常識は通じない
 - 分散方式の社会基盤
 - 携帯電話一＞電力一＞水道
- BOPは直接世界とつながっている
 - 世界的労働市場
 - 食料需給バランスや資源バランス
 - 地球環境問題



終幕

社会システムのアーキテクチャ

何が求められているのか？

- 新しい情報技術と方法論
 - Dependableな社会情報基盤の構築手法とその要素技術
 - 社会制度や規則と連携した社会システムの再構築への技術側からの参画
- 社会システムの再構築を担う人材の育成

国家目標
社会システムの再構築
のゴール設定



国家戦略
社会情報基盤の
技術開発の方針



個別戦術
各技術分野での
研究開発方針

プロジェクトの概要

- 目標
 - － 開発途上国の社会情報基盤のモデルを構築する
 - － 自立と持続が可能な実用化モデルの模索
- 手法
 - － バングラディシュを実験場としてモデルを構築
 - － Grameenグループと九州大学との協力
 - － 情報技術と応用分野の協力
 - ・ 農業、教育、健康管理、新産業育成
 - ・ 農学研究院、医学研究院などとの連携
 - － 農村に情報キオスクを設置し、各種実験を行う
 - － 日本の産業界にも参加を求め、新しい産業の方向性を模索する

九州大学全学共通ICカード導入



九州大学

=

発行者

カード発行・再発行
利用者対応窓口
個人情報管理
利用者ID送信
利用者認証／認可*

*

認証: 本人であることを確認すること

認可: サービスを受ける資格を確認すること

発行

全学共通ICカード



利用者1

利用者2

利用者3

利用者ID

サービス時の認証／認可

サービス提供者a

サービス提供者b

サービス提供者c

サービス



・附属図書館
・電子錠
・生協
・自販機
など

電子的通貨基盤の構築

- 国家の基盤である通貨・徴税システムの電子化の基礎技術の構築
- 「価値」を載せられる「安全なシリコン技術」による各種応用分野での競争力の確立
- 経済システム基盤技術の世界への供給による国家的安全保障
- 世界的な標準化・技術競争に対する指導的立場の確立

夢を育む

仙台デザインリーグ 卒業設計日本一決定戦

2003年から毎年開催

応募者数2347組

<http://gakuseikaigi.com/nihon1/08/index.htm>



まとめ

- 情報システムのアーキテクチャは、社会システムのアーキテクチャである。コンセプトを議論しよう。若手に議論の場を！
- 地球は広い。どこに市場があるか？誰が顧客か？を考えよう。
- 開発途上国の発展は先進国を模倣するわけではない。開発途上国にも新しい先端技術のニーズが豊富にある。
- 技術は、人類を幸福にするためにある。企業活動や産業的な成功は、そのための手段にすぎない。

A close-up photograph of a rich red velvet curtain. The curtain has a thick, plush texture and is gathered at the top with a wide, ornate gold fringe. A gold tassel hangs from the left side. The word "FINE" is printed in large, white, bold, sans-serif capital letters in the center of the image.

FINE