

# フィンランドの原子力事情



FinNuclear

2014.10.16

廣田 耕一

# 目次

- 1) フィンランドの地勢と原子力関連サイト
- 2) フィンランドのエネルギー事情とエネルギー政策
- 3) フィンランドの原子力規制と開発
- 4) Mankala Principle (フィンランドの発電事業モデル)
- 5) フィンランドにおけるネットワーキング
- 6) 最終処分場、他

\* スライドに“FinNuclear” の記述のあるものは FinNuclear Directory 2014又は FinNuclear作成プレゼンテーション(インターネット検索)を出典としている。



# 1) フィンランドの地勢と原子力関連サイト

## フィンランド共和国 全般

面積 338,145km<sup>2</sup> (日本:377,914km<sup>2</sup>)

[1cm/年浮き上がっている]

人口 5,452千人(2014年1月末暫定値)

### 【主な都市】

- ヘルシンキ 首都(約60万人)
- タンペレ ヘルシンキに次ぐ工業都市
- オウル 水力発電を活用した金属・化学工業や先端技術の盛んな北部中核都市
- ヴァーサ エネルギー産業を標榜する都市
- トゥルク フィンランド最古の町、旧首都

[左図は

[http://www2m.biglobe.ne.jp/~ZenTech/world/map/q096\\_map\\_finland.htm](http://www2m.biglobe.ne.jp/~ZenTech/world/map/q096_map_finland.htm)より]

# 湖水地方ミツケリでの植林活動

- 樹木の根は岩盤上の僅かな表土層で横に張っている -

森林の計画的な管理を国策として掲げるフィンランドは国土全体が岩盤で成り立っており、樹木の根は浅い。強風で倒れることもあるとか。

植林も岩盤の表層に場所を見つけて行われる。

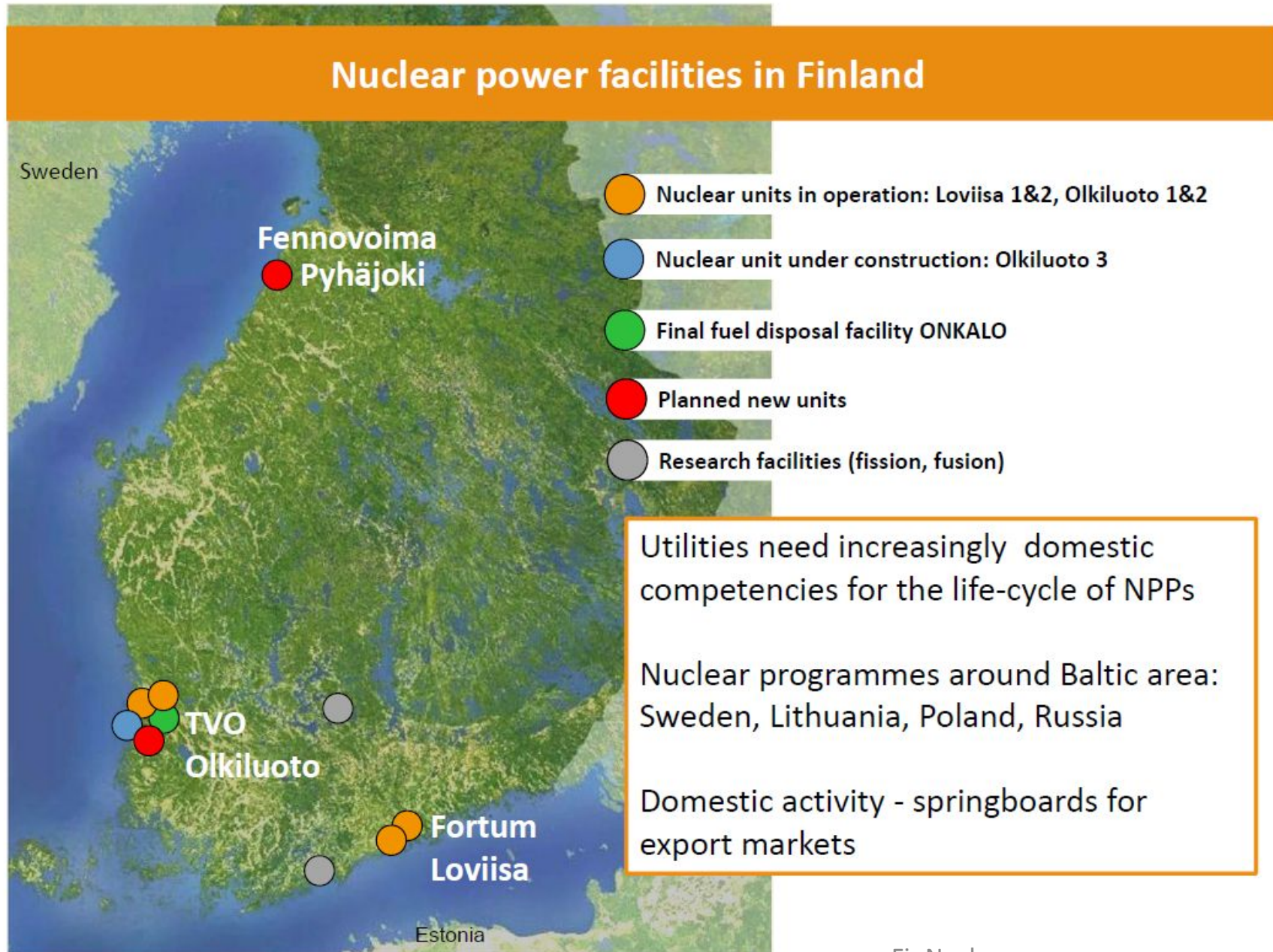


↑ 2013年の参加者一同

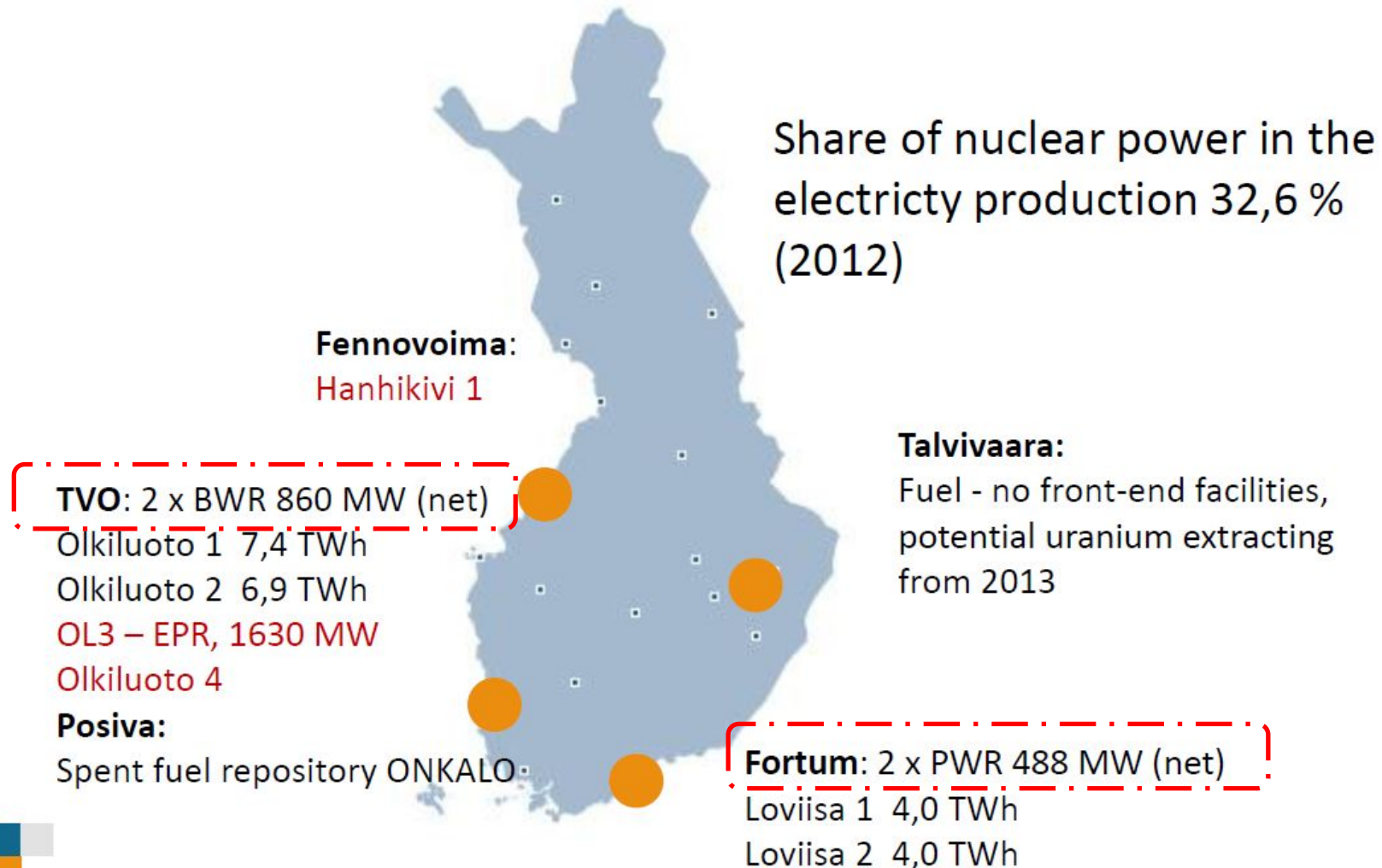
← 2014年の植林活動の様子

[ミサワホーム Information Releaseより]

## Nuclear power facilities in Finland



# Active nuclear programme in Finland



# Olkiluoto 1-4 (TVO) and ONKALO





## OLKILUOTO 3 - FINLAND

APWR建設中  
(AREVA-Siemens)

出典: <http://www.aveva.com/EN/operations-2389/finland-olkiluoto-3.html#tab=tab5>

The **first Generation III+ EPR™ reactor** is currently under construction at the Olkiluoto 3 site in Finland. This is the first step towards a **global fleet of EPR™ reactors**. The objective is to supply a reliable, profitable, safe and environmentally friendly source of energy. **More than 4,000 people from 55 different countries** are working at the site.

This is one of the largest industrial projects ever carried out in **Northern Europe**.



Reactor pressure vessel ready for delivery on the Olkiluoto site



## Loviisa 1 and 2 (Fortum)

VVER(PWR)2機運転中  
(Atomenergoexport,  
Westinghouse, Siemens)



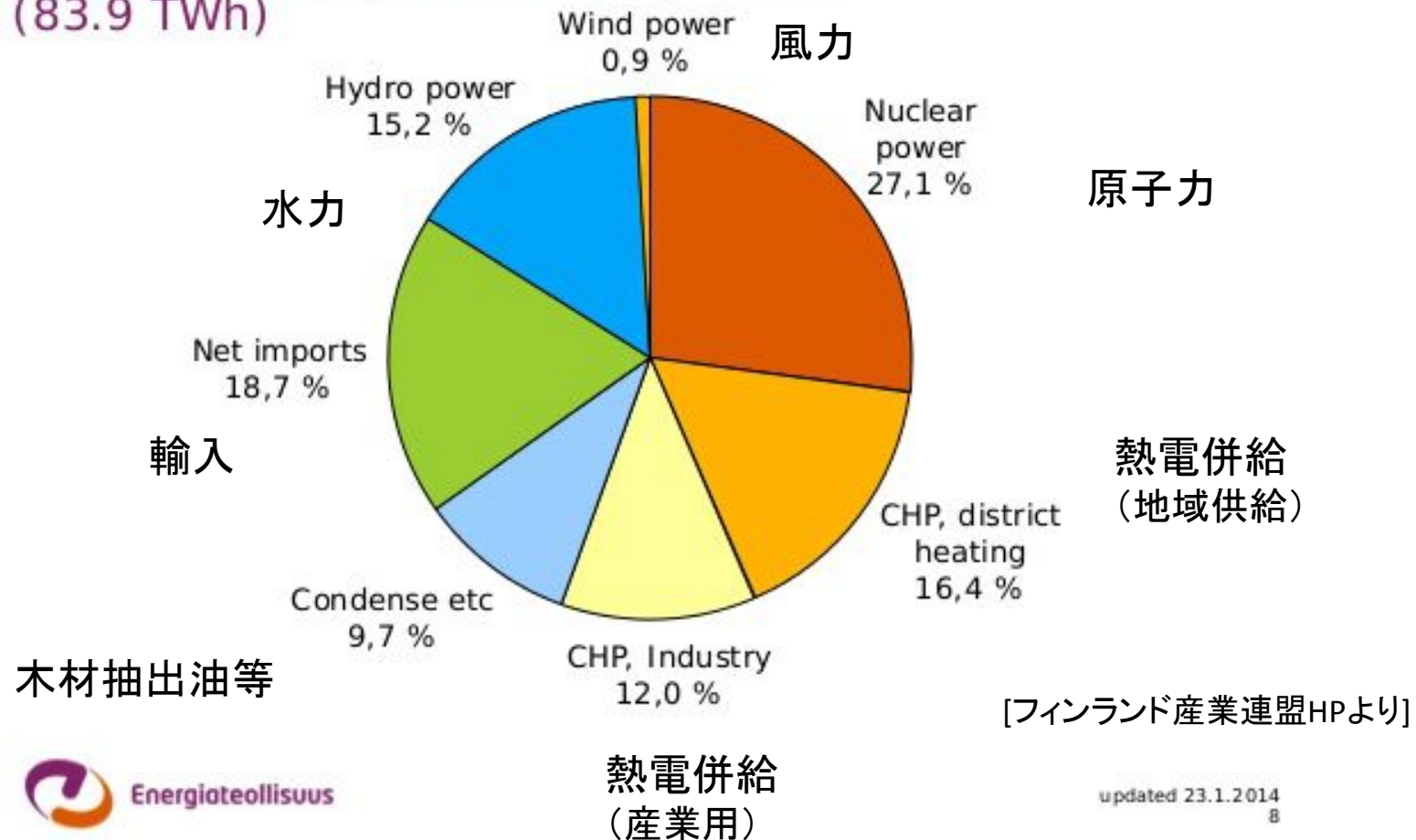
# Hanhikivi 1 NPP at Pyhäjoki (Fennovoima)

1200MWe級  
VVER計画中  
(Rosatom)



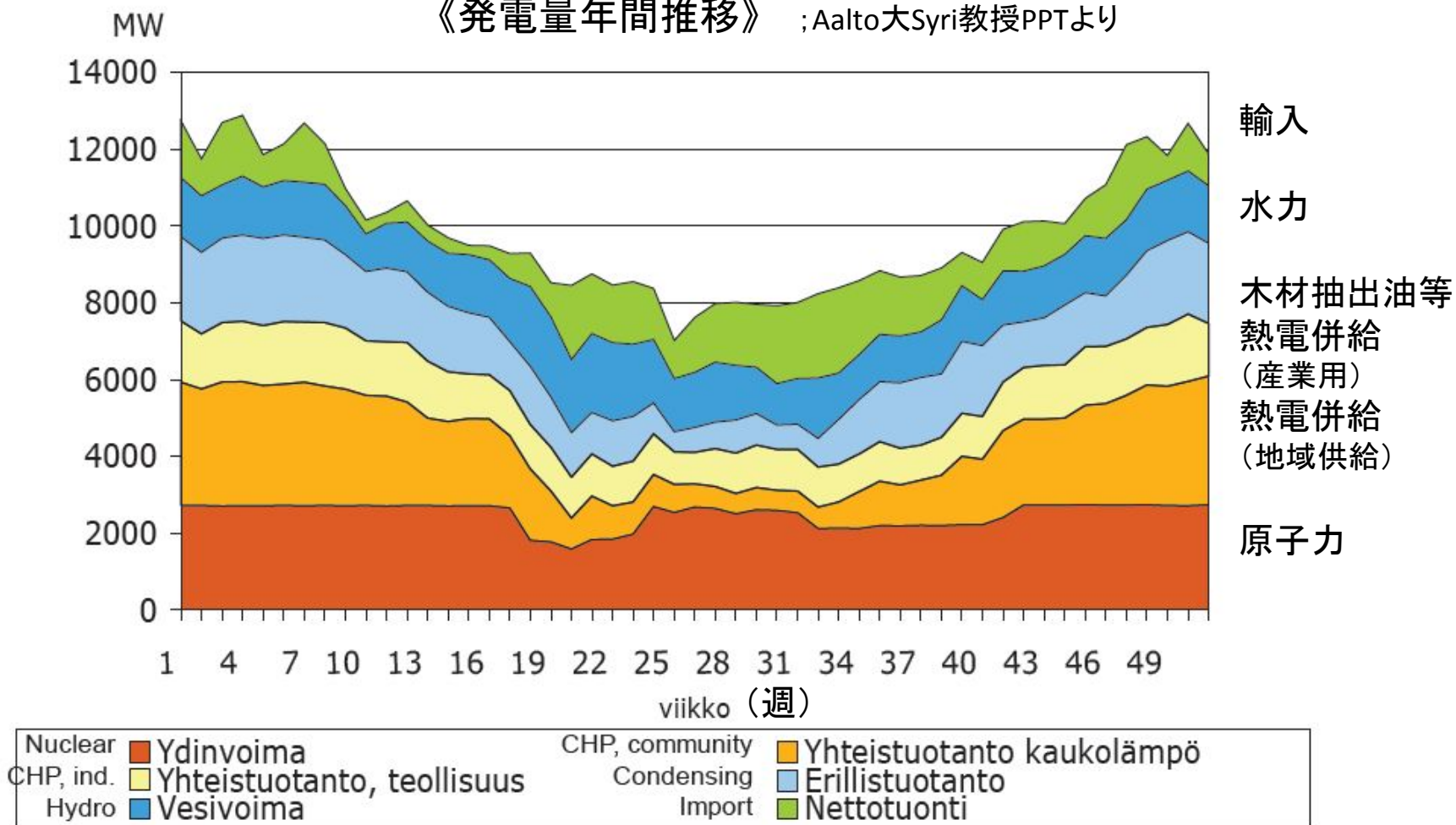
## 2) フィンランドのエネルギー事情とエネルギー政策

Net Supplies of Electricity 2013  
(83.9 TWh)



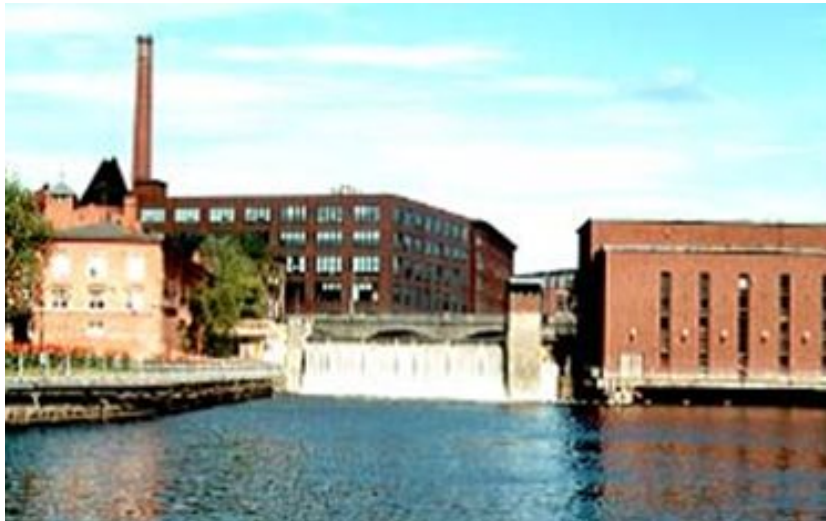
# The Finnish Electricity system in 2010

《発電量年間推移》 ; Aalto大Syri教授PPTより



## タンペレの水力発電

タンペレは北のネシ湖と南のピュハ湖に挟まれた都市で、両湖の18mの高低差を利用した水力発電によって製紙、紡績等の産業が発展した。現在は主としてIT産業の拠点でヘルシンキに次ぐフィンランド第2の都市である。



街中にあるダム

[出典:スラブ研究センターニュース No.83 2000年秋号]



右(北側):ネシ湖、中央上:ピュハ湖

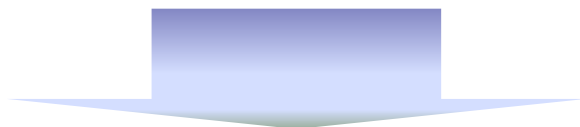
[<http://4travel.jp/travelogue/10707590>より]

# フィンランドのエネルギー政策レビュー例

[ Aalto University Syri教授のまとめ/2013年2月/による]

フィンランド政府は温室効果ガスを2050年までに最低限80%削減するという長期目標を掲げている。

- ◆これより以前の政府のエネルギーと気候変動戦略は2008年のものである。
- ◆政府は 2013年初に戦略更新。2020年までの目標を確実に達成させるとしている。
- ◆今後政府は2050年までのロードマップ作成に取り掛かる。



- ◇20MW以上のエネルギー生産は欧州CO2排出権取引の対象。
  - 国内では温室効果ガス削減対象は小規模エネルギー生産、輸送、農業、森林産業等。
- ◇フィンランドは北欧の自由化電力市場の傘下にある。
- ◇この地域の市場は欧州単一市場に飲み込まれようとしている。
  - 一方、政府にはエネルギー確保という重要な目標あり。

## フィンランドのエネルギー政策レビュー例(続き)

フィンランド政府のエネルギー政策を受けて以下の発電プラント新設が計画された。

- ◆発電プラント投資は民間レベルで計画。
- ◆ラハティ熱電併給プラント: KYVO2 50/90 MWel/90heat 廃棄物リサイクルプラント
- ◆ヴァンターの熱電併給廃棄物発電プラント他。
- ◆TVO\_NPP新設: Olkiluoto 3(2016年運開) & 4(入札)
- ◆Fennovoima\_NPP新設(入札)
- ◆Fortum: Loviisa NPPsのリプレース計画

再生可能エネルギーについては森林産業との関連などからバイオマス、風力が中心で、太陽光は補助対象外。

(風力発電は許認可過程の遅延が課題となっている; 地域住民の反対等が影響していると聞く。)

## フィンランドの再生可能エネルギー政策

[ Aalto University Syri教授のまとめ/2013年2月/による]

◆ Biomass is very important, mostly used in connection to forest industry.  
Principle:

- primarily use wood biomass for added value products, residues are used for energy

- Feed-in tariff for wood chips is electricity 18€/MWh

◆ Target for wind power 2500 MW = about 6 TWh by 2020 (now 288MW)

- Feed-in tariff since 2011 (105€/MWh until 2015, then 83.5€/Mwh guarantee price total 12 years)

◆ Also support for biogas, smaller overall importance in Finnish energy mix

◆ No Feed-in tariffs planned for solar.



### 3) フィンランドの原子力規制と開発

フィンランドの原子力規制と開発に関し下記事項について紹介

#### ◆ 原子力に関連する諸機関(次葉)と関係当局



Ministry of Employment and the Economy (MEE)



Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK)

- ◆ 原子力法令体系とYVL Guides
- ◆ 許認可フォーメーションと許認可プロセス
- ◆ 原子力研究
  - 研究機関と原子力研究プログラム
- ◆ 産業界の原子力新設等に向けた対応

上記機関の他、サイト地域自治体が積極的に種々関わっている。

# フィンランドにおける主要原子力関連機関

## 政府機関

関係省：Ministry of Employment and the Economy (MEE)

《MEE 関連機関：TEKES（技術振興財団相当）、VTT（原子力関連研究）など》

原子力安全規制（独立の立場で議会に報告：STUK）

## 電力等事業者

電力ユーザ：自治体、企業等

電力：Fortum, TVO,  
Fennovoima

使用済燃料貯蔵：Posiva

## 民間企業等

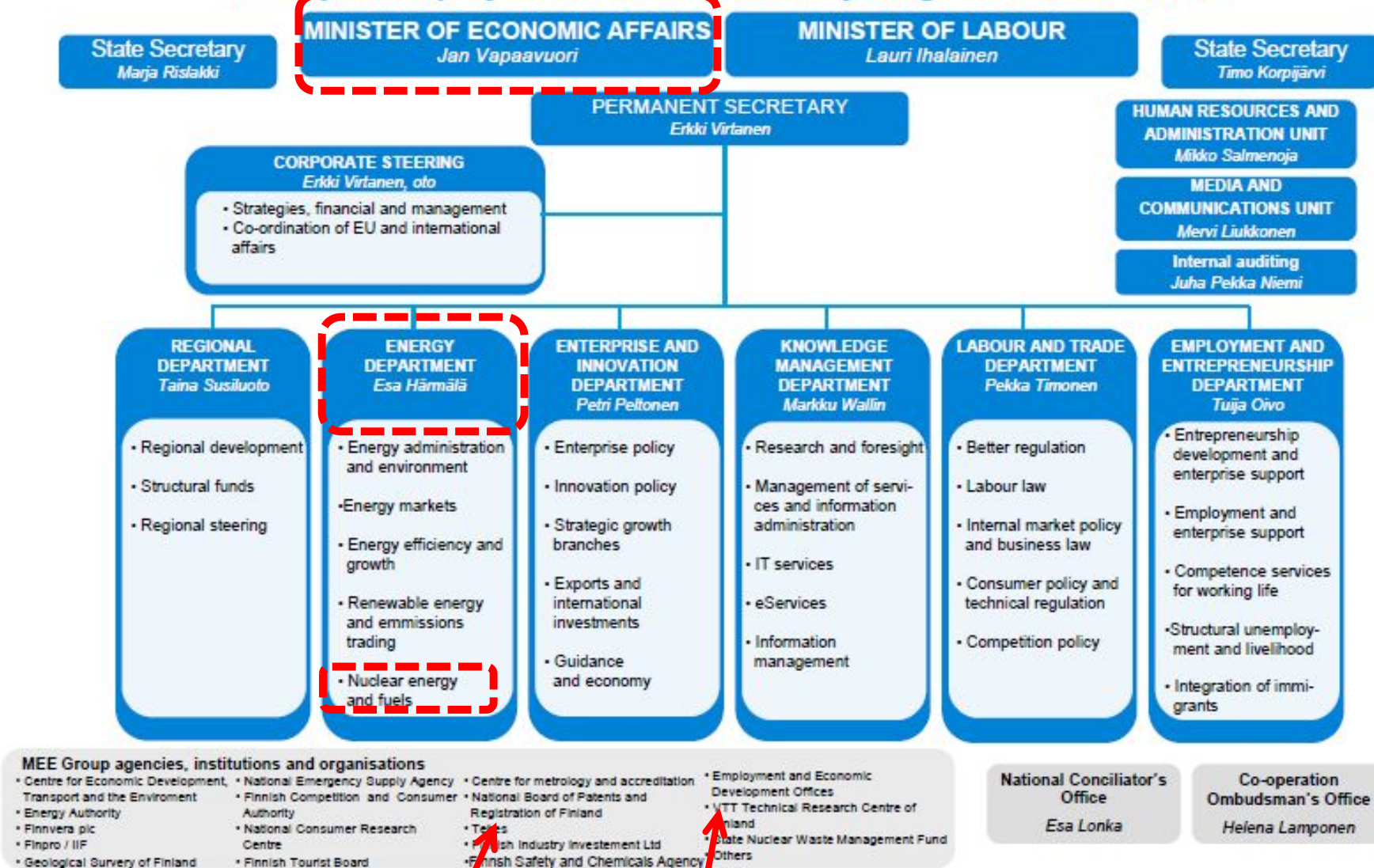
コーディネーター：FinNuclear

民間企業：設計、製造、建設  
各種サービス

自治体：各種サービス

雇用産業省(MEE)の組織と原子力関連部局:

Ministry of Employment and the Economy: Organisation 1.1.2014



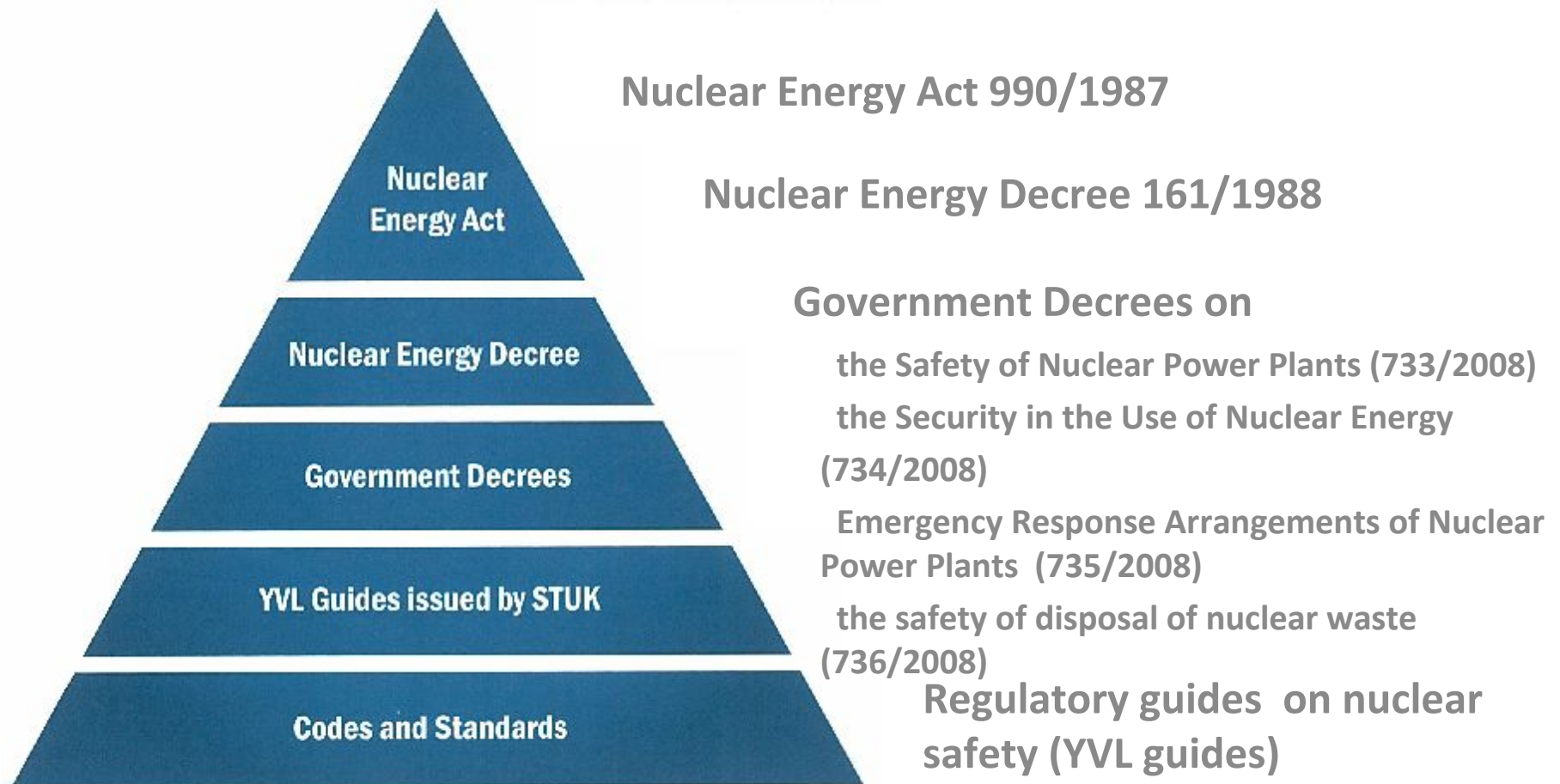
TEKES  
原子力関連研究機関例

VTT

[MEEのHPより]

# フィンランドの原子力法令体系

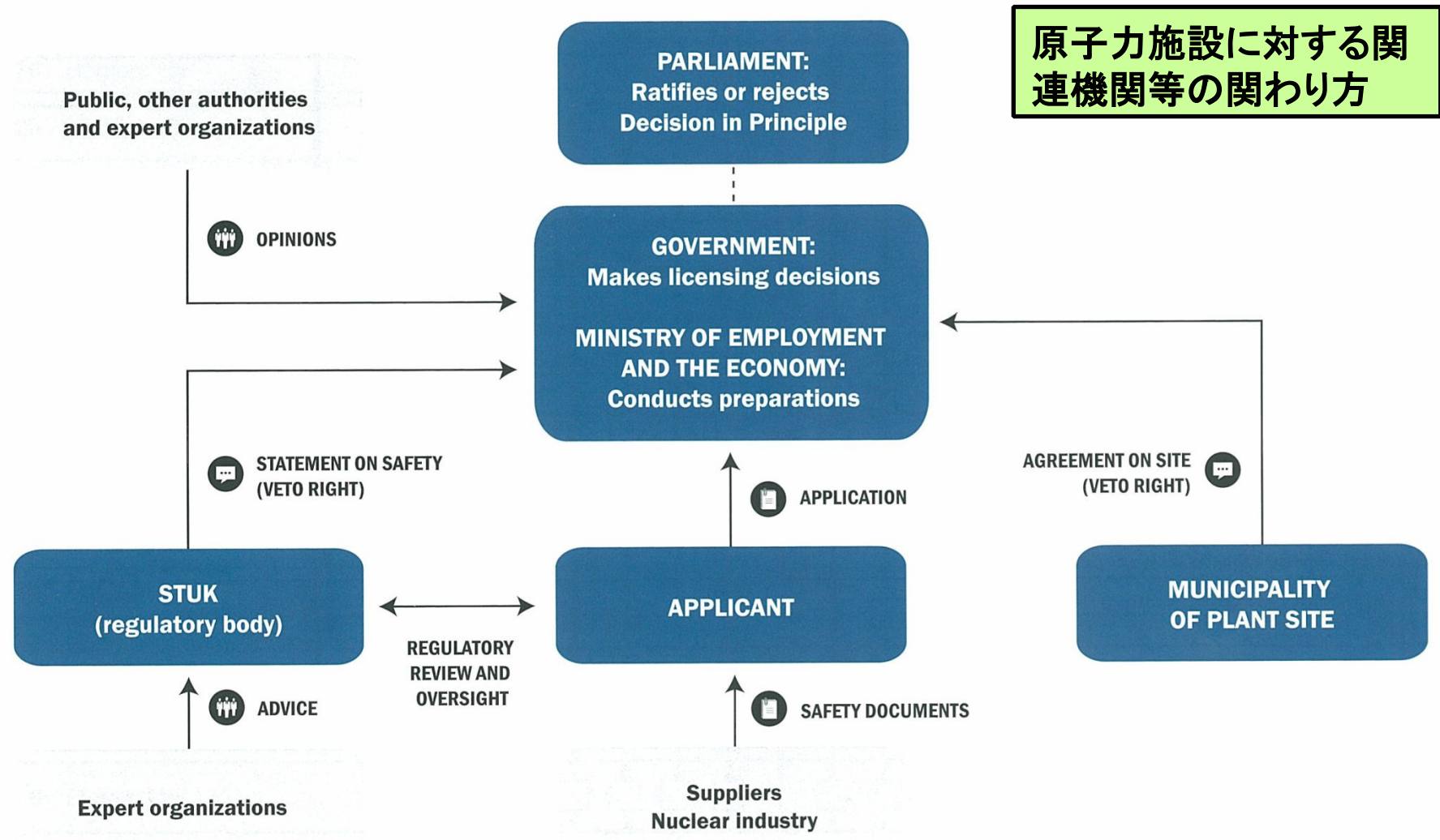
《出典: FinNuclear Directory 2014》



## STUKとYVL Guidesについて

- ◇ STUK (Radiation and Nuclear Safety Authority) は約360名の放射線安全/原子力安全の専門家集団で “Ministry of Social Affairs and Health” に属している。現長官はTiipana氏。
- ◇ STUKは放射線被曝を最小限に止める観点で施策。
  
- ◇ STUKはYVL Guidesを大幅に改定した。(2013年12月1日、一部はその後も微修正)
- ◇ 改定により、従来より厳格に(安全性向上)
- ◇ 新YVL Guidesは以下のGroupにより構成される。
  - Group A: Safety management of a nuclear facility
  - Group B: Plant and system design
  - Group C: Radiation safety of a nuclear facility and environment
  - Group D: Nuclear materials and waste
  - Group E: Structures and equipment of a nuclear facility
  - Old YVL Guidesで有効なもの

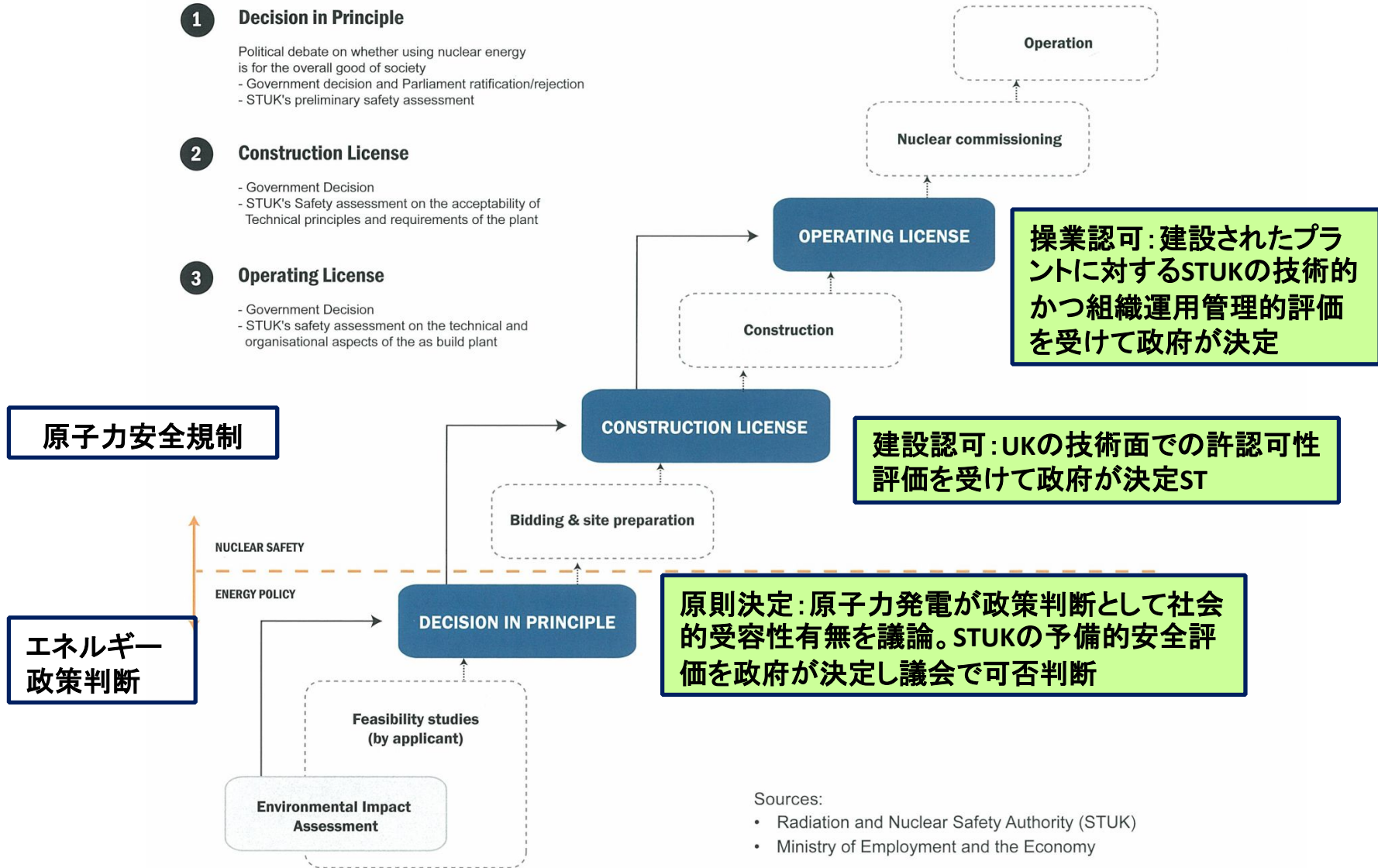
# Licensing of nuclear facilities in Finland



原子力施設に対する関連機関等の関わり方

# Three steps licensing

- 1 Decision in Principle**  
 Political debate on whether using nuclear energy is for the overall good of society  
 - Government decision and Parliament ratification/rejection  
 - STUK's preliminary safety assessment
- 2 Construction License**  
 - Government Decision  
 - STUK's Safety assessment on the acceptability of Technical principles and requirements of the plant
- 3 Operating License**  
 - Government Decision  
 - STUK's safety assessment on the technical and organisational aspects of the as build plant



《出典: FinNuclear Directory 2014》

## フィンランドの原子力規制と日本の原子力規制

- ◇ STUKは自らがガイド原案を作成。
- ◇ STUKによるワークショップ、セミナーの開催
  - STUKによりYVLガイドの更新等が行われると
    - 関係者(政府機関、電力、メーカ等)を招集しワークショップを開催して内容説明・質疑・意見交換が行われる。
    - 関心の高い一般向け(関連機関やローカル企業他)にセミナーが開催され、指針学習の機会が与えられる。
- ◇ STUKの敷居は高くないと感じる。胸襟を開いて当方のガイドへの適応アイデアを真摯に聞いてくれ、示唆も得られる。





# SAFIR2014

原子力関連4ヶ年計画

Home

SAFIR2014  
Framework Plan

Operational management  
handbook

Programme management

Projects

Annual plans and reports

Reports and presentations

Links

Archive

Contacts

SAFIR2014 internal  
Username and password  
needed

## The Finnish Research Programme on Nuclear Power Plant Safety 2011 - 2014

NEW

Call 2014 - Hankehaku

Material >>

Call: Tutkimusohjelma 2015-  
2018 hallintohankkeen  
kilpailutus [PDF]

SAFIR2014  
INTERIM SEMINAR 2013  
Presentations >>

SAFIR2014. The Finnish  
Research Programme on  
Nuclear Power Plant Safety  
2011-2014. Interim Report  
[PDF]

Updatings

31 March 2014

Contacts, Management and  
Projects updated

2 September 2013

Call 2014

7 May 2013

Annual plan 2013

Annual report 2012

16 April 2013

Projects 2013

Reference group

4 April 2013

Interim seminar material



本計画は政府の管理の下  
VTTを中心として原子力関  
連機関の協力により実施さ  
れる開発研究であり、日本  
等とも国際協力を展開(図  
中の産官学機関が連携)

[出典: <http://safir2014.vtt.fi/>]

# VTT organisation 2014

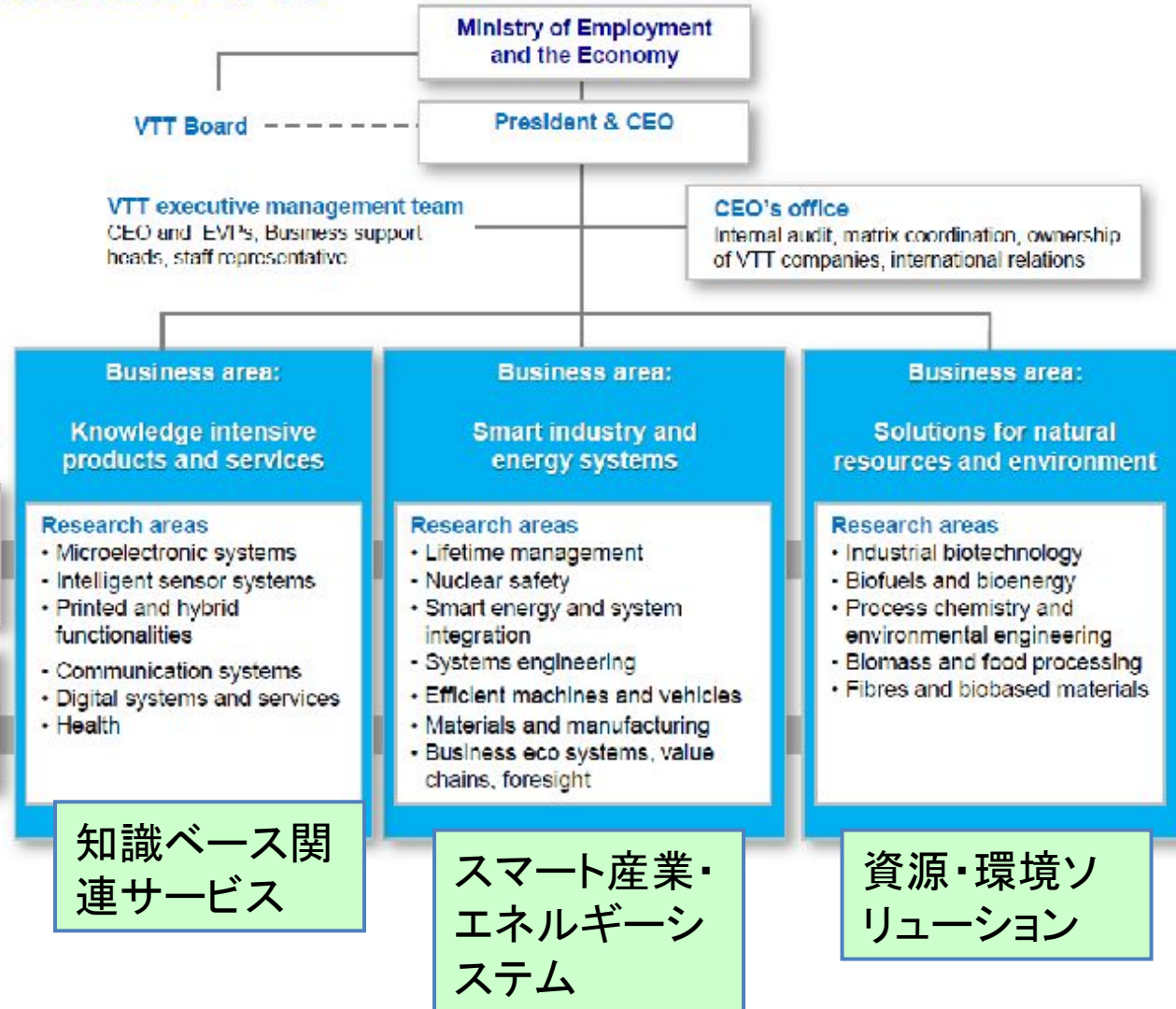
**VTT Advisory Boards**  
 • Scientific Advisory Board  
 • Customer Advisory Boards

**VTT companies**  
 • VTT Expert Services Ltd  
 • VTT Ventures Ltd  
 • VTT Memslab Ltd  
 • VTT International Ltd

**VTT level EVP responsibilities:**  
 EVP BA1: Strategy and business development  
 EVP BA2: Customer solutions  
 EVP BA3: Resources and infrastructures

**CTO's office**  
 Research strategy, EU affairs, FIT (Finnish Institute of Innovation and Technology), emerging technology programmes

**Business support**  
 Administration (QHES, facilities, In House services), finance, HR, information management, legal, IPR and security, communications



03/01/2014

[出典: VTT HP]

## Nuclear reactor safety analysis

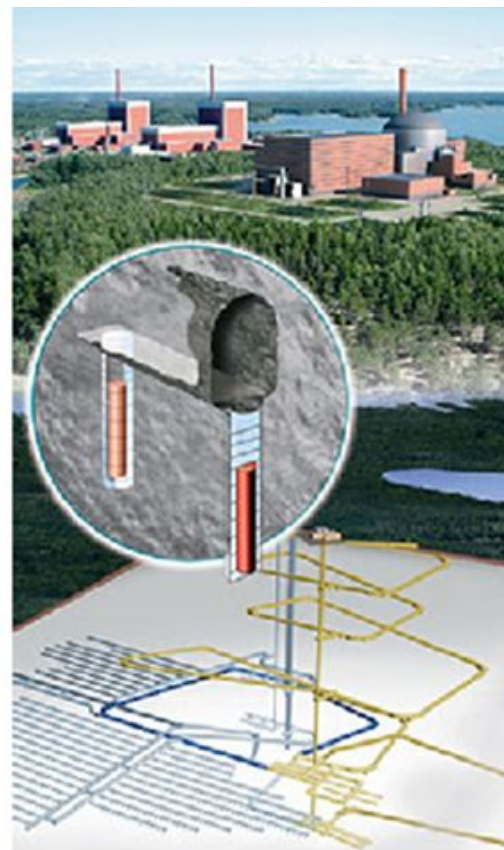


VTTの原子力安全に係る研究対象

- + 燃料・炉物理
- + 熱流動
- + シビア・アクシデント
- + 構造健全性、他

## VTTの原子力関連研究対象の例 [VTT HPより]

## Nuclear waste management



放射性廃棄物管理に係る  
研究対象は最終処分関連  
テーマに及ぶ

## フィンランド原子力産業界の対応



- New nuclear era;
  - *growing electricity demand*
  - *need to reduce CO2 –emissions,*
  - *Finland in the frontier*
  
- Finland has sufficient experience and motivation:
  - *on-going project OL3, new units in sight (HA1, OL4)*
  - *neighboring countries with nuclear plans*
  - *recognized experience in safe and reliable use of the operating units*
  - *active participation on international research*
  
- FinNuclear started in 2007 as a programme
  
- In 2010, Decisions in Principal for 2 new nuclear builds : *the use of domestic competencies shall be supported*

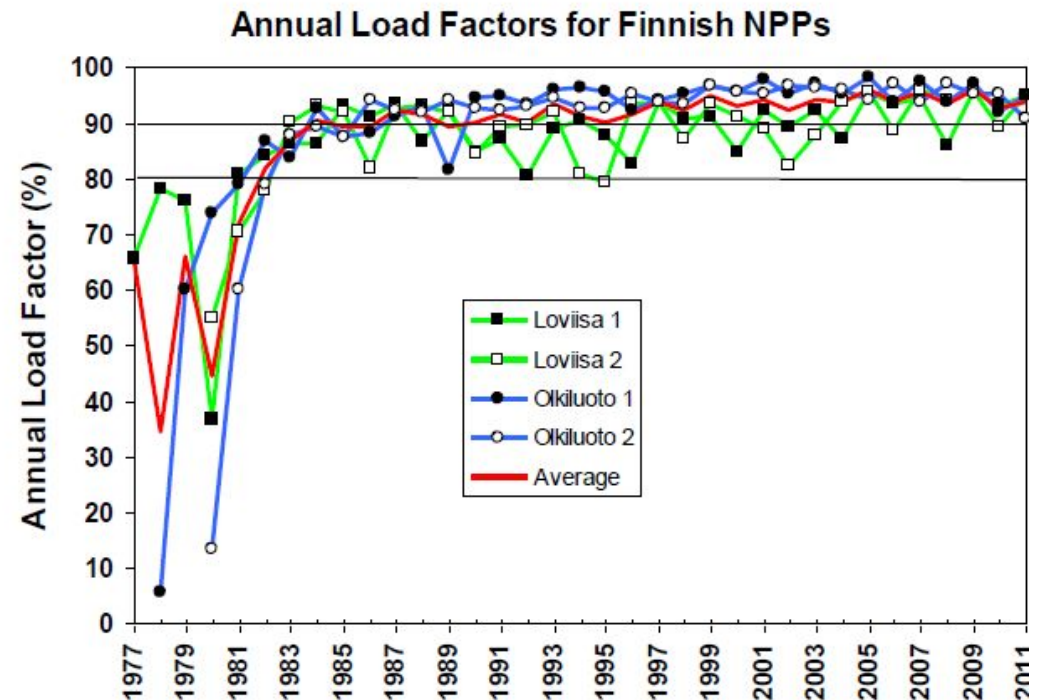
フィンランドで原子力発電所の新設の機運が高まるとコーディネート機関を立上げ、これを中心に産業界の対応が始まった。



## Reliable local supply chain contributes to added value

- Reliable and safe operation of Finnish NPPs provided basis for utilities to plan capacity expansion
- Safe units are reliable → public acceptance
- The maintenance outages have been record short ; annual load factors have been consistently around 90%
- Suppliers understanding the local conditions and requirements will be cost saving for the NPP vendors

サイト環境を知り尽くしたローカル企業との連携が不可欠。

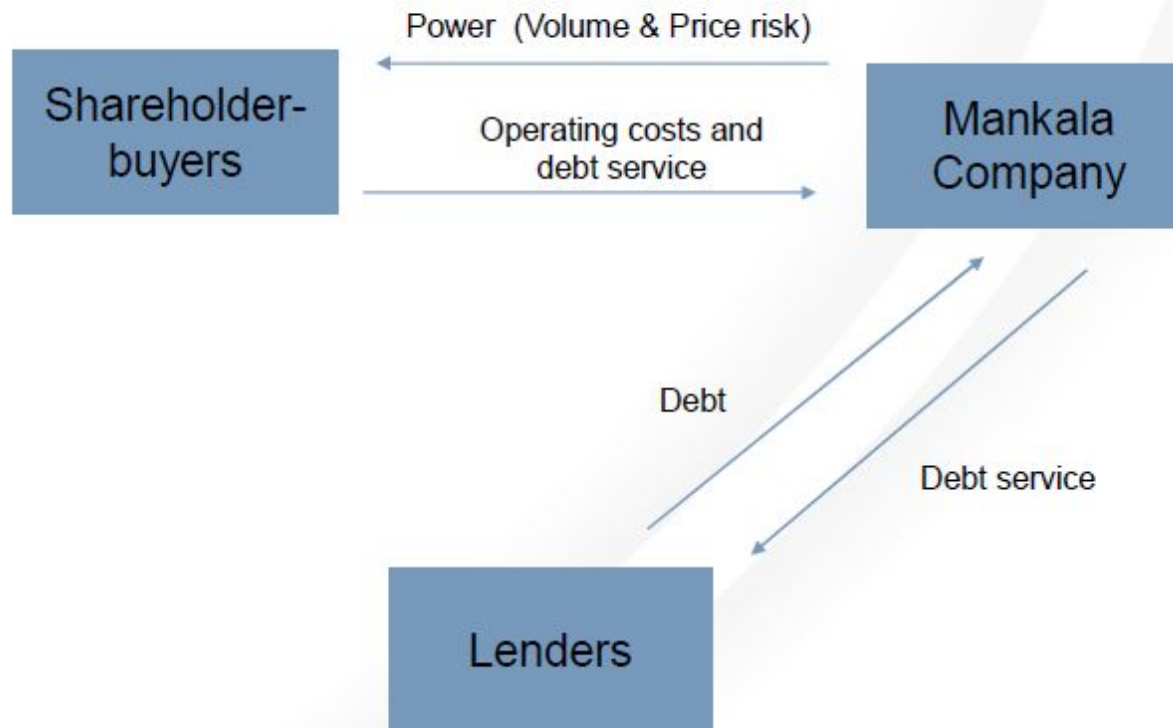


## 4) Mankala Principle (フィンランドの発電事業モデル)

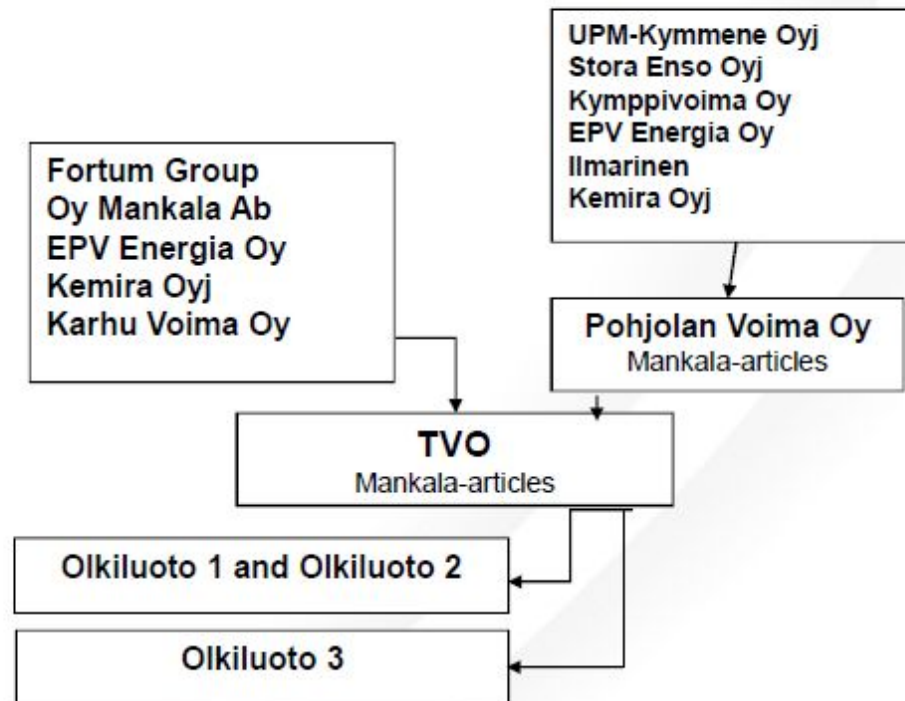
フィンランドでは発電事業等膨大な建設資金を必要とするプロジェクトにおいて、従来よりMankala Principle と呼ばれる共同体型事業モデルが導入されてきた。その特徴は、

- ◆発電所を共同所有する事業モデル
- ◆多様な規模・分野のユーティリティが集まって、単独では負担が難しいプロジェクトの財政リスクを分担

## The Finnish Mankala business model

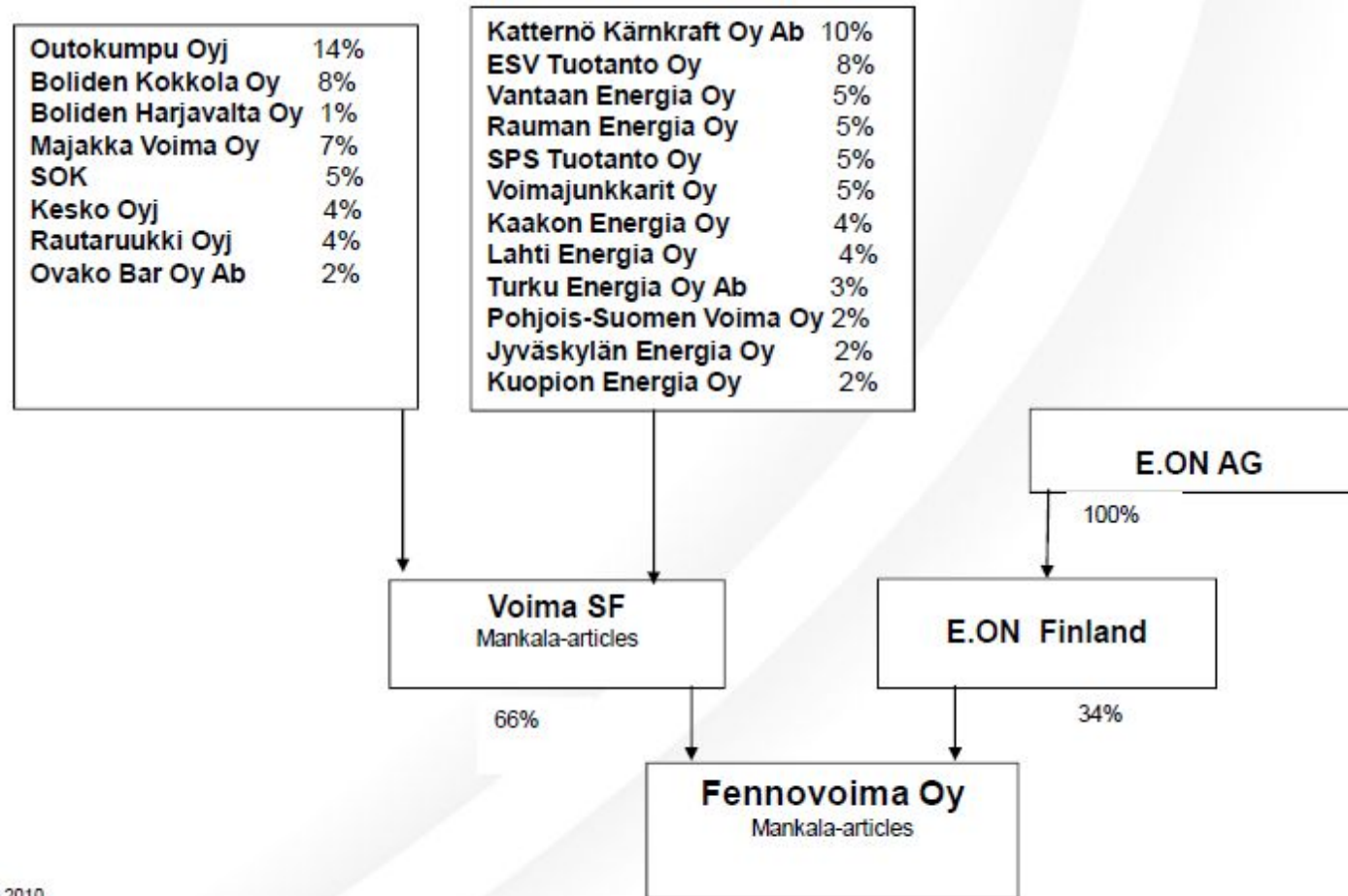


## TVO – Ownership structure





## Fennovoima – Ownership structure



## Co-operative, zero-profit entity

The Finnish Mankala model example

- Mankala is in Finland a widely used business model where a limited liability corporation is run as
- The model to join the
- The Mankala case-by-case
  - Share their r
  - Share service
- Key points
  - The z
  - Capita
  - Sanct
  - Risk a

### マンカラ基本原則 [フィンランド産業連盟のプレゼンテーションより]

◆マンカラは有限責任会社。

◆マンカラ自体は利益を追求し配当を行うものではない。

– 事業目的は株主のために安く発電を行うこと。

– 発電事業の損益は持分比率で株主損益に取込まれる。

◆会社の権利義務は定款や株主間協定で定める。

◆株主はコストを負担。

– 施設所有にかかる固定費

– 発電にかかる変動費

## 5) フィンランドにおけるネットワーキング

### 【目的】

フィンランドのサイトに適合した原子力発電所建設工事を円滑に推進するために

- ◇ サプライ・チェーンの構築
- ◇ ローカル企業とのネットワーキング

### 【ネットワーキングを図るためのイベント事例】

- ◆ FinNuclear Event; Suppliers Day他での主契約者候補の意向説明会
- ◆ エネルギー関連展示会での双方向コンタクト;  
Tampere Energy Fair, Energy Vaasaなど
- ◆ 地方自治体主催; Match Industry Rauma等のローカル企業との面談会

## Networking

- Supply Chain days with NPP vendors and main contractors
- Nuclear Industry days (often bilaterally)
- International exhibition stands
- Conference presentations
- Delegations, industrial visits





International trade fair for energy technology and energy production

## Energy 12 Fair succeeded brilliantly!

**A warm thank you to all event participants!**

We thank you for making the Fair with us the biggest event in the energy industry in Finland. The atmosphere at the Fair was very positive and active. The Exhibition was also visually very showy and attractive for visitors; thank you for investing in the participation!

**Here are some key facts:**

- Energia 12 - Energy Fair and concurrent congress gathered **8975 fair visitors**, from which **6253** were exhibitors
- Daily numbers of the Energia 12: **299 exhibitors** (278 in 2010)
- **238 stands** (195 in 2010)
- the Fair was also more international present: Italy, Austria, Japan, China and Estonia (in addition Finnish exhibitor delegations visited the Event.
- **Exhibition surface area 6853 sq.m**
- **96 presentations/exhibitor infos gathered 2500 fair visitors**
- The event cluster EnergiaForum 12 included versatile congress programme: altogether 14 seminars were arranged, for example Energy Day and Energy Congress.

Tampere Energy Fair は隔年にてタンペレで開催されるフィンランドでは最大級のエネルギー関連産業交流・展示会。

フィンランドの主要な企業が参加する他、海外の主要サプライヤも参加、サプライチェーン構築も図られる。



The heart of the most important energy technology centre in the Nordic Countries – Vaasa – will once more be the venue for the international event Vaasa EnergyWeek 2013. Vaasa EnergyWeek is now arranged for the second time and we have expanded the programme to cover even more aspects of energy. This year, we aim at attracting more than 2,000 energy professionals.

Vaasa EnergyWeek offers interesting events for both the public and private sectors. The mix of topics provides a unique opportunity to update your energy knowledge and technical issues. Meet people with the same interests as yourself, join discussions and expand your network to the next level. This is the place to be to get the most out of your energy business.

**Read more:**  
<http://www.energyweek.fi/>

Vaasa Energy Week は毎年  
ヴァーサで開催されるエネルギー  
関連産業の交流・展示会。  
  
ヴァーサにはヴァルティラ社を始  
めとしてフィンランドのエネルギー  
関連製造業が集まっている。



## Econia Business Services in Match Industry 2013 event and ready for OL4

26.06.2013

Match Industry 2013 event was held in Rauma, Finland, fostering business partnerships between equipment and providing services for the industry. Over 500 companies including the potential customers of Heavy Industries, KHNP and Alstom attended the event.

Aimo Miinalainen and Mikko Hirvilampi from Econia Business Services and held meetings with several companies. This was a good opportunity to discuss the needs of organizations in the upcoming OL4 and to present Econia's services. In addition, Econia Business Services represented. In addition, Econia Business Services met with customers from OL3 as well as other stakeholders.

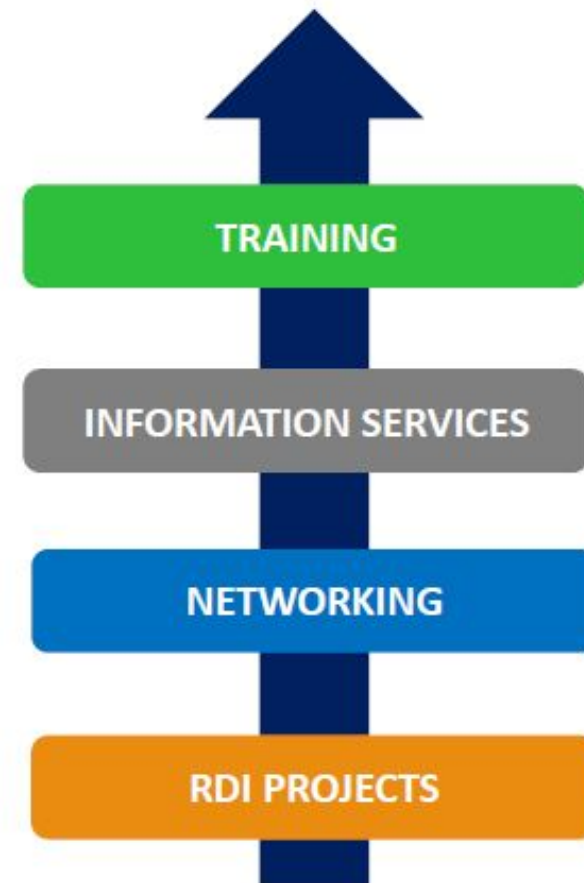
Match Industry 13 Rauma はラウマ商工会主催の企業交流会で、2013年に地元アイスホッケースタジアムのロビー空間で開催された。主としてOL4のサプライヤ候補社とローカル企業の面談会。

タンペレ、ヴァーサ、ラウマ等々フィンランドの地方自治体の積極性が窺える。

## 2011: FinNuclear Association

Adiabatix Oy	Kraftanlagen Arge OL3
ALSTOM Finland Oy	Lamprotek Oy
Andament Group	Leinolat Group Oy
BJL Oy	Leinovalu Oy
Bureau Veritas Finland	Miilukangas Ky
Business Oulu	Nostokonepalvelu AT Oy
CITEC Oy Ab	Opteam Yhtiöt Oy
CLS-Engineering Oy	Outokumpu Oyj
DEKRA Industrial Oy	Prizztech Oy
Destia Oy	Prohoc Oy
Econia Business Services	Pöyry Finland Oy
E.Helaakoski Oy	Qualifinn Engineering Oy
Energiateollisuus ry	Quantum Services Int.
Enersense International	Rakennusteollisuus RT ry
Fennovoima Oy	Ramirent Oyj
Finnmap Consulting Oy	Rautaruukki Oyj
Franz Dietrich Ag	RTK-Palvelu Oy
Halton Marine Oy	SRV Yhtiöt Oyj
Havator Oy	Stalatable Oy
Hollming Oy	Teknologiateollisuus ry
Högfors Oy	Telatek Oy
Inspecta Oy	Telinekataja Oy
Insta Automation Oy	VTT
Konecranes Finland Oy	Wärtsilä Finland Oy

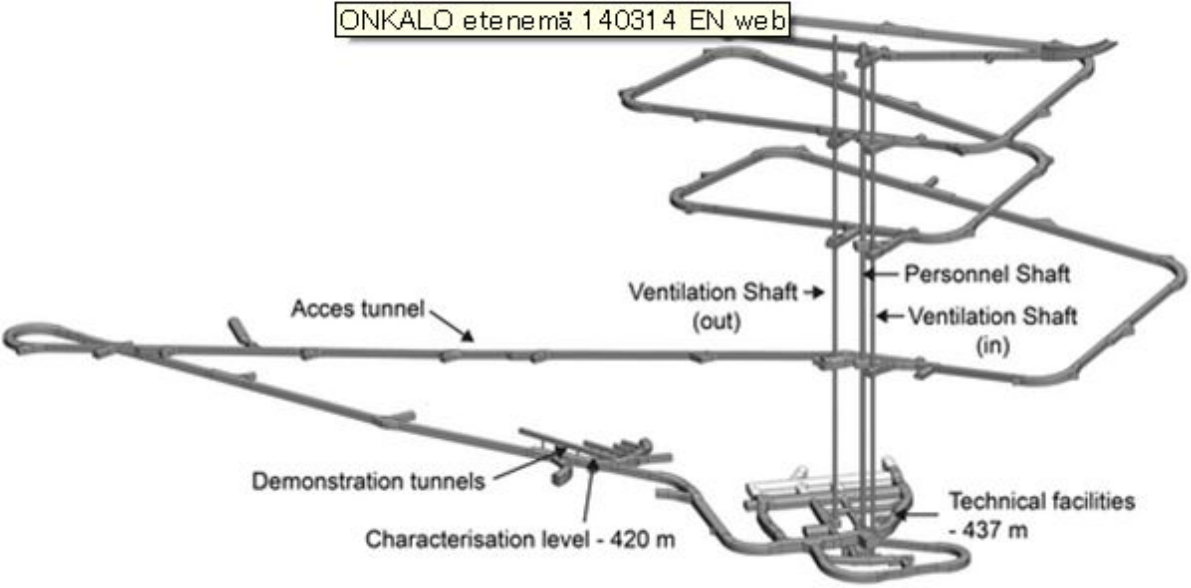
**Competitive** nuclear  
industry supply chain





# 6) 最終処分場、他

POSIVA社提案の使用済み核燃料最終処分場ONKALO  
[POSIVA社ホームページより]



# フィンランドにおける使用済核燃料の最終処分

## 国の方針と議会決定

◎2001年5月、フィンランド国会は同国にある原子力発電所から生じた使用済核燃料(SF)の最終処分場計画作業を継続することを可能とする決定を圧倒的多数で承認

### 国際的背景

○従来のSFは96年までロシア・マヤク処理場に運搬

○ロシア側がSF運搬時の安全性向上を要求

○国際社会によりロシアが上記SFから核兵器を製造との疑念



☆フィンランドは原子力法を改正し97年からSFを国内にて処分の方針決定

### 国内的背景

☆STUKは環境アセスメント等の科学的・技術的側面から処分方法の検討及び最適値選定を行った結果2001年1月にPOSIVA社提案承認

☆地元エウラヨキ市議会も賛成20、反対7で承認

### 今後の展望

◎今後の処分場計画については事業主体であるPOSIVA社提出する施設の安全性等に関する検討書を政府が審査した上で建設許可及び施設の営業許可を与える予定。

# TVOオルキルト・サイトのあるエウラヨキの観光案内

## エウラヨキ概要

- エウラヨキ県境  
エリア公式制定 1511年
- 地方自治体設立 1869年
- 人口5910人 (2012年)、  
年齢別割合 0-14 歳17.9%、  
15-64 歳62.4%、65歳以上 19.6%
- 非労働年齢層の労働年齢層に  
対する依存率1.24
- 面積459 km<sup>2</sup> 内、水エリア25%
- 人口密度 17人/1 平方kmあたり
- 地方自治体税率 18%
- 地方議会：27議席、中央党 10、社民党 8、  
国民連合党4、真正フィン人党 3、  
左翼同盟党 2
- 企業・事業者数392、事業所数484
- 雇用数2604、第一次産業 (6%)、  
第2次産業 (54%)、第3次産業 (40%)
- 雇用自給率 103%
- 主要雇用企業：Teollisuuden Voima Oyj,  
Eurajoen kunta, Posiva Oy, Securitas Oy,  
Kekkilä Oy, Aslemetals Oy ja Raikka Oy
- 姉妹都市：Weener, ドイツ



## エウラヨキ 年間行事一覧

- ヴァリマー農場 告解火曜日アクティビティー
- クイヴァラハティ サマーシアター (7月)
- ヴァリマー農場 サマーウィーク (7月)
- カルタノ サマーナイト (8月)
- エウラヨキ マーケット (8月)
- 「丸太浮き、音楽を奏でる」祭 (8月)
- フィンランド馬力耕作チャンピオンシップ (8月)
- ヴァリマー農場 クラシッククリスマス (12月)  
カルタノマナーハウス
- クリスマスマーケット (12月)

## 日本の原子力行政や原子力環境への参考

- ◇ エネルギー自給を目指す(延いては輸出も視野)
- ◇ 地域ユーザに根差した原子力開発
- ◇ 政治的割り切り、科学技術的割り切り
- ◇ Mankala Principleに基づくファイナンス健全性
- ◇ 透明性・自主性の高い原子力規制、開発



- ◆ 国情に合った原子力開発と認識できる

A scenic view of a lake framed by trees, with a wooden dock visible in the foreground. The text "ご静聴ありがとうございました" is overlaid on the image.

ご静聴ありがとうございました