

第16回 NMIJ 流量計測クラブ



我が国の石油流量標準の現状と動向

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

工学計測標準研究部門

土井原 良次

項目

- **国家標準(石油流量)の整備**
 - 校正設備設備 
 - 最近の範囲拡張(石油中、石油小の工業ガソリン) 
 - 国際整合性(国際基幹比較、CMC登録)
- **国内トレーサビリティ: 石油流量JCSS**
 - JCSS事業者での液種・流量拡大
 - JIS B7552
 - 微小流量(JCSS)
- **LPGに関連するプロジェクト**
 - NMIA、実験の概要

石油流量の国家標準設備

• 2002~

- 石油**大**流量 (3 m³/h - 300 m³/h)
- 灯油、軽油
- 0.020 % (質量流量)
- 0.030 % (体積流量)



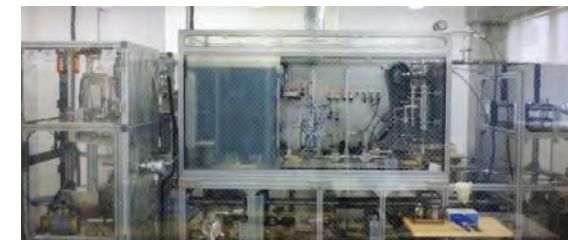
• 2007~

- 石油**中**流量 (0.1 m³/h - 15 m³/h)
- 灯油、軽油、スピンドル油、工業ガソリン
- 0.020 % (質量流量)
- 0.030 % (体積流量)



• 2010~

- 石油**小**流量 (0.02 L/h - 100 L/h)
- 灯油、軽油、工業ガソリン
- 0.020 ~ 0.050 %, (質量流量)
- 0.064 ~ 0.078 %, (体積流量)



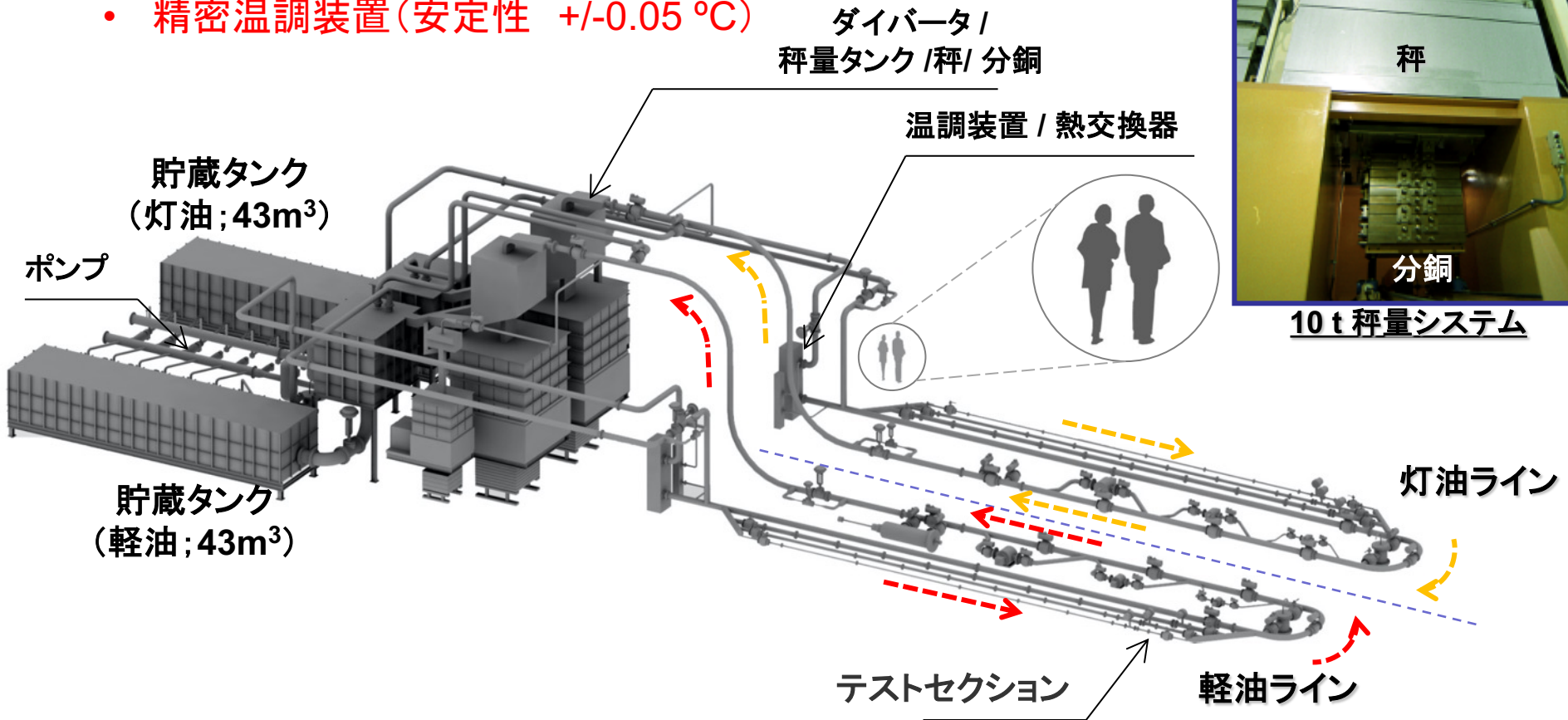
* 下線部は後年の拡張による範囲

石油大流量校正設備

- 流量範囲 (3 m³/h - 300 m³/h)
- 試験温度 (15 °C ~ 35 °C)
- 秤量タンク (10 t, 1 t)
- 2枚羽ダイバータ (DWD)
- 精密温調装置 (安定性 +/-0.05 °C)



10 t 秤量システム

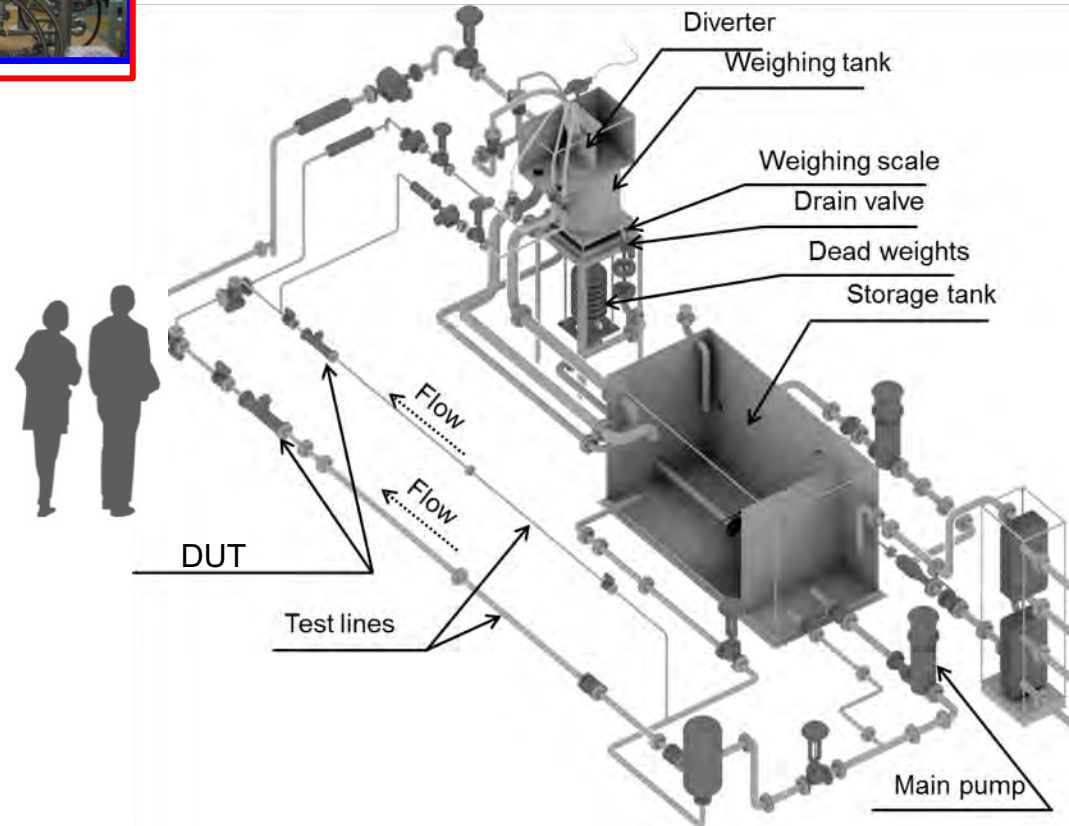


石油中流量校正設備



貯蔵タンク(1800 L)
 軽油(LO)、灯油(KE)
低粘度潤滑油(SP:2012年)
工業ガソリン(GA: 2017年)を追加

- 流量範囲 (0.1 m³/h ~ 15 m³/h)
- 試験温度: 15 °C ~ 35 °C
- 昇降式秤量タンク(32 kg)
- **回転型**2枚羽ダイバータ (RDWD)
- 精密温度調整装置(安定性 +/-0.05 °C)

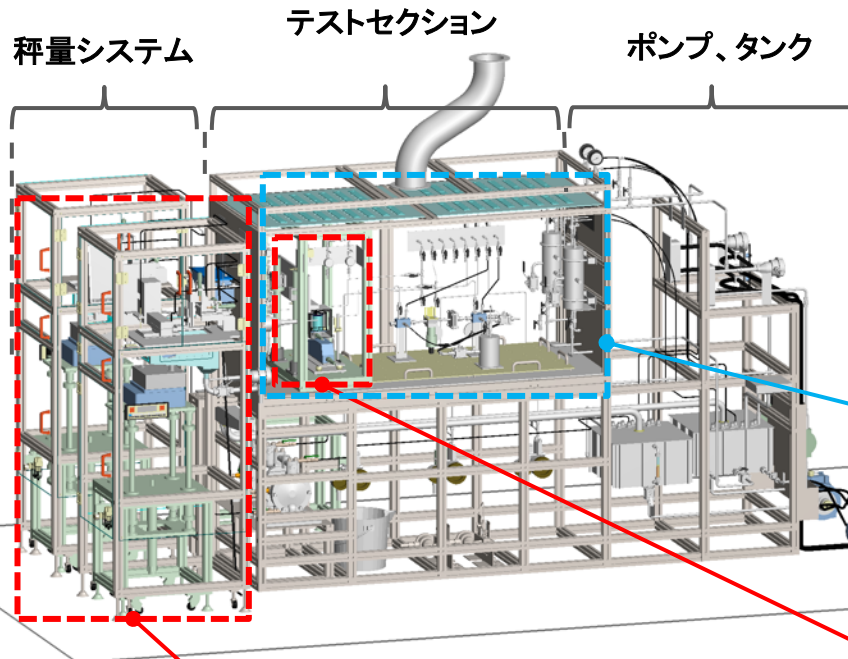


試験液の追加（液物性範囲の拡張）

試験液	温度 (°C)	動粘度 (cSt)	密度 (kg/m ³)
低粘度潤滑油 (石油 中)	15	24	849
	20	20	846
軽油 (石油 大、中、小)	15	7.8	839
	20	6.6	836
灯油 (石油 大、中、小)	20	2.1	796
	35	1.6	786
工業ガソリン (石油 中、小) (引火点 > 40°C)	20	1.2	763



石油小流量校正設備



- 流量範囲(0.02 L/h - 100 L/h)
- 試験温度: 15 °C ~ 35 °C
- 秤量タンク(100 g、2 kg)
- 精密液温調/空調チャンバー
- 灯油、軽油、工業ガソリン

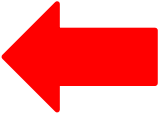
↑ 2019年開始

● 空調チャンバー

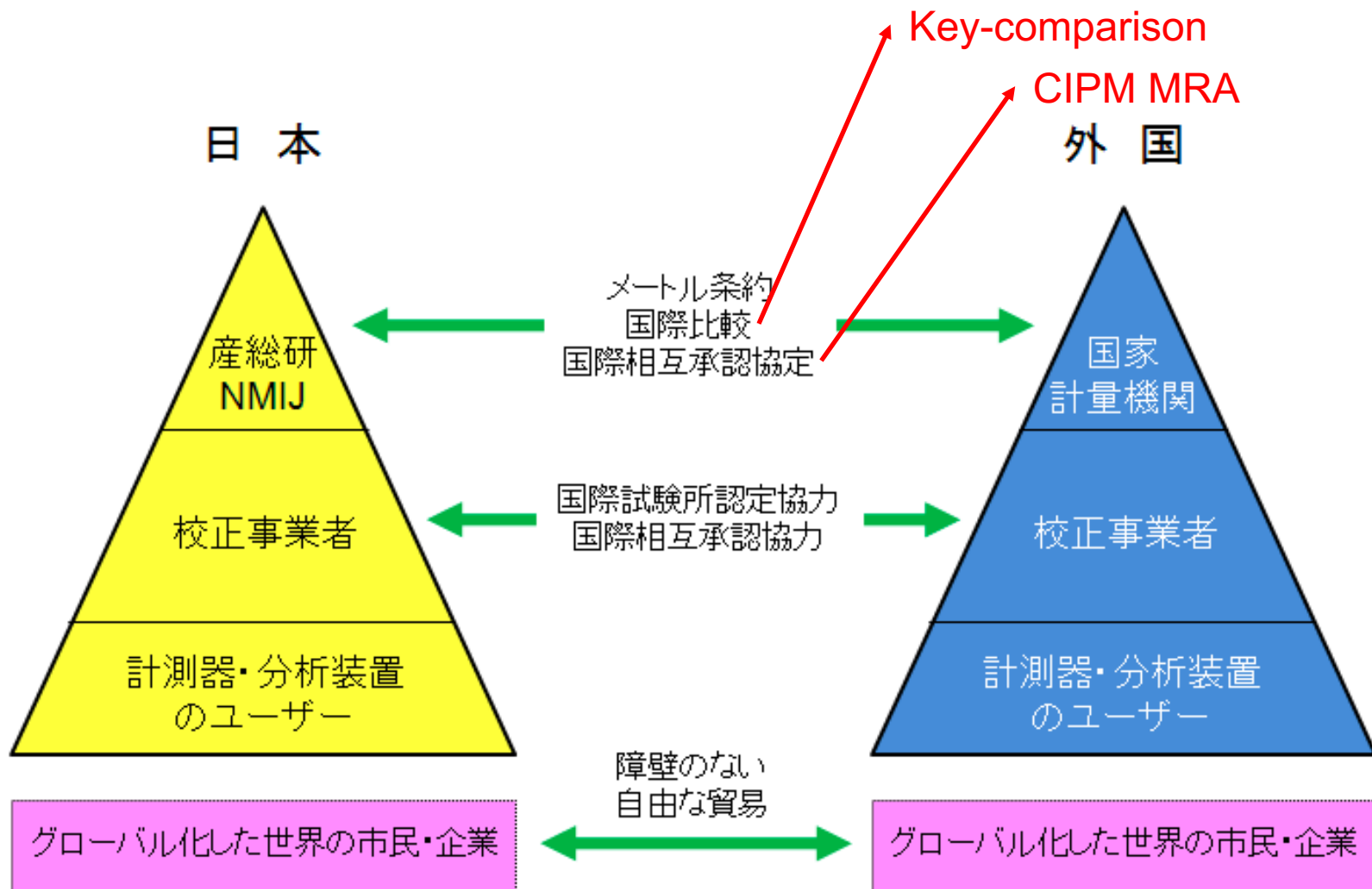
● 100 g 秤量システム(高速切り替えバルブ)
(0.02 L/h ~ 1 L/h)

● 2 kg 秤量システム (コニカル回転型2枚羽ダイバータ)
(1 L/h ~ 100 L/h)

項目

- **国家標準(石油流量)の整備**
 - 校正設備設備
 - 最近の範囲拡張(石油中、石油小の工業ガソリン)
 - 国際整合性(国際基幹比較、CMC登録) 
- **国内トレーサビリティ: JCSS**
 - JCSS事業者での液種・流量拡大
 - JIS B7552
 - 微小流量(JCSS)
- **LPGに関連するプロジェクト**
 - NMIA、実験の概要

国際的整合性



計量標準総合センターホームページより
[https://unit.aist.go.jp/nmij/info/IR\(J\)/foundation/](https://unit.aist.go.jp/nmij/info/IR(J)/foundation/)

国際度量衡委員会 (CIPM) 相互承認取決め (CIPM MRA, Mutual Recognition Arrangement)

各国の計量標準トレーサビリティ体系を相互に信頼し、他国の国家計量標準の校正データを自国でもそのまま同等と認め、その校正証明書をそのまま自国でも受け入れる仕組み

このCIPM MRAの目的を達成するために、国家計量標準機関(NMI)は、

- ・品質システムの構築 → jcss校正、依頼試験、AS-NITE認定
- ・ピアレビュー(審査) → 4年に1回
- ・国際比較への参加 → Key-comparison 流量計持ち回り試験

というプロセスを経て、

その校正・測定能力(CMC, Calibration and Measurement Capabilities)を国際度量衡局(BIPM)が管理するデータベース(KCDB Appendix-C)に登録する。

<https://unit.aist.go.jp/qualmanmet/nmijico/comp/>

基幹比較(Key-comparison)

CCM.FF-K2.2015 (幹事研究所:NMIJ)
[Metrologia, 2016, 53, Tech. Suppl., 07018](#)

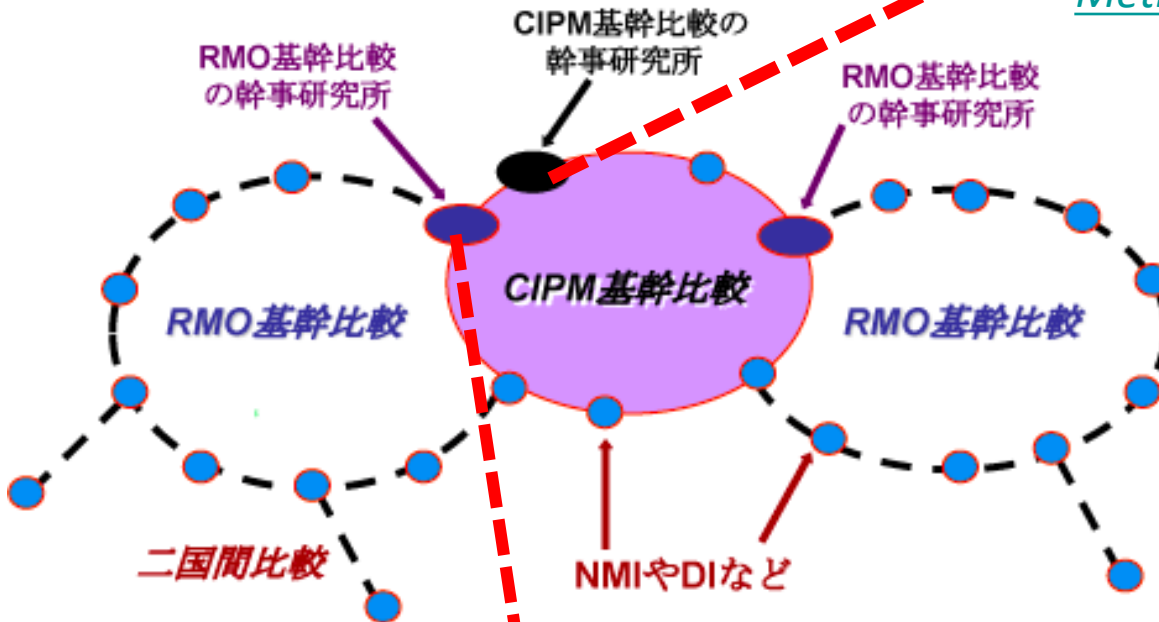


図1 CIPM基幹比較とRMO基幹比較

APMP.M.FF-K2.a (幹事研究所:NMIJ)

[Metrologia, 2017, 54, Tech. Suppl., 07007](#)

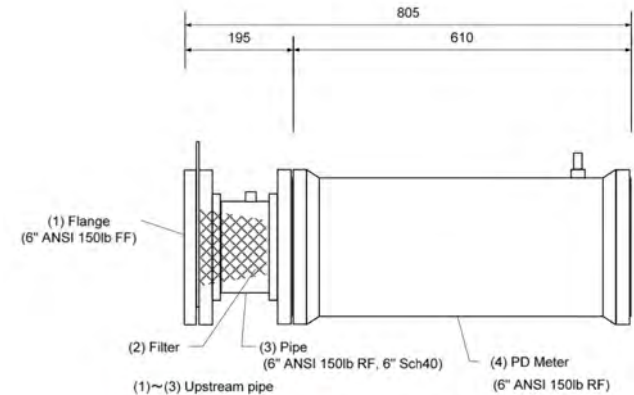


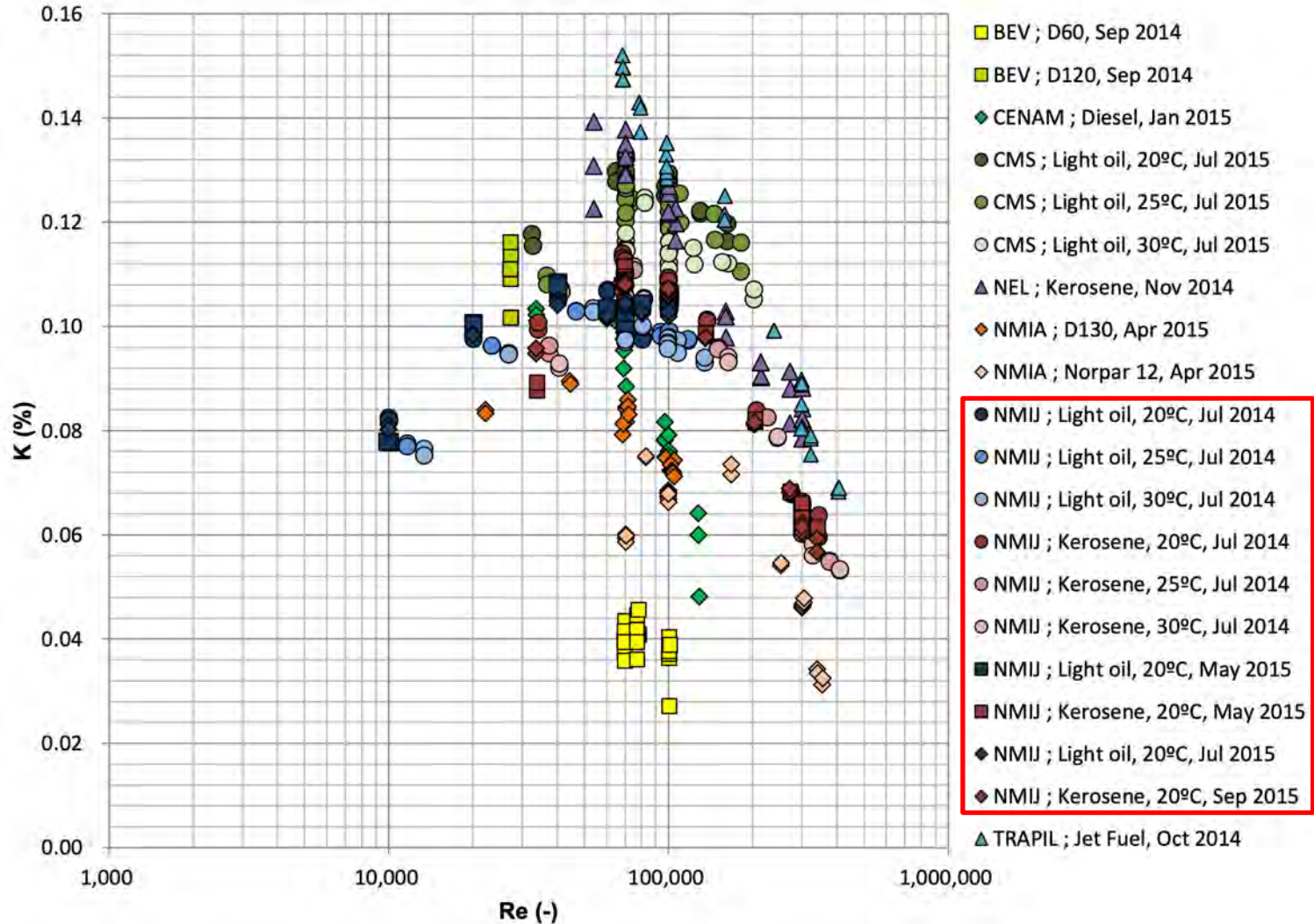
Fig. 1 Schematic of the package



Fig. 2 Flow meter

CCM.FF-K2.2015 の結果

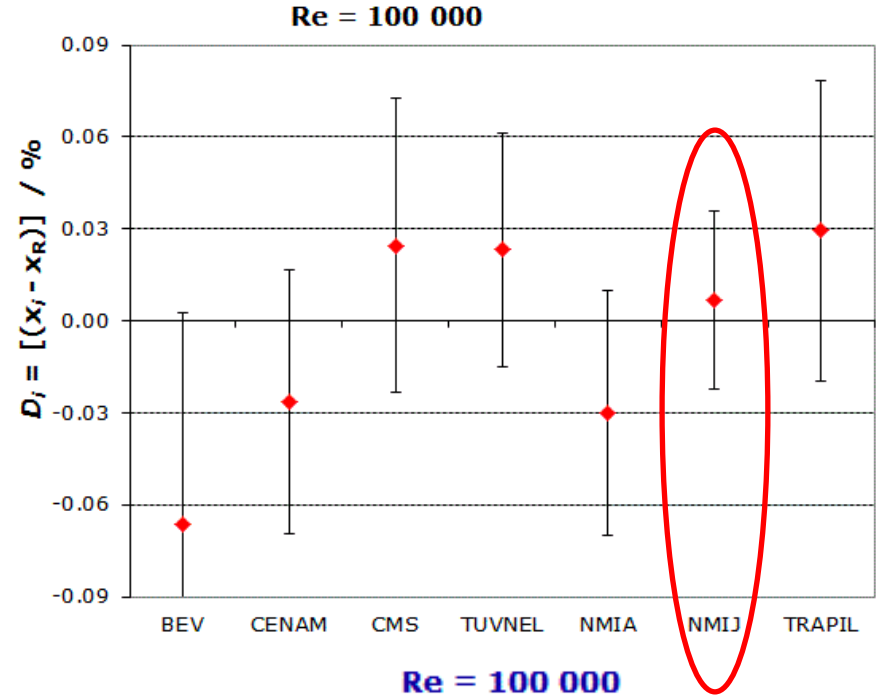
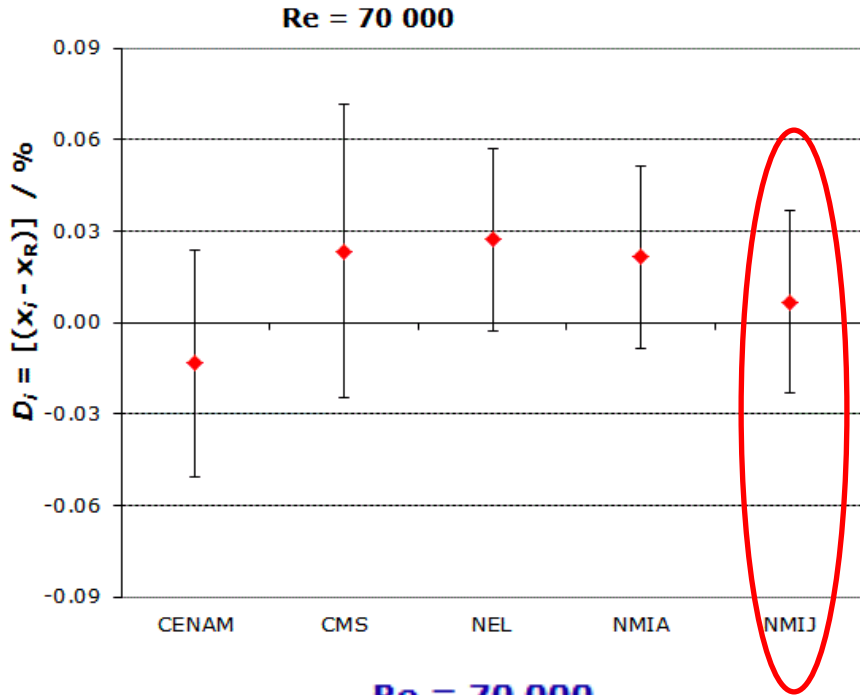
(異なる液種も同一レイノルズ数の条件で比較)



Metrologia, 2016, 53, Tech. Suppl., 07018

CCM.FF-K2.2015 の結果

<https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=1207>



Re = 70 000

Lab <i>i</i>	D_i / %	U_i / %
CENAM	-0.0135	0.037
CMS	0.0233	0.048
NEL	0.0272	0.030
NMIA	0.0214	0.030
<u>NMIJ</u>	<u>0.0066</u>	<u>0.030</u>

Re = 100 000

Lab <i>i</i>	D_i / %	U_i / %
BEV	-0.0662	0.069
CENAM	-0.0264	0.043
CMS	0.0244	0.048
TUVNEL	0.0231	0.038
NMIA	-0.0302	0.040
<u>NMIJ</u>	<u>0.0066</u>	<u>0.029</u>
TRAPIL	0.0295	0.049

BIPM CMC登録

← to BIPM.org
🌐 CIPM MRA PARTICIPANTS → Login



All data listed in the KCDB have been reviewed and approved within the CIPM Mutual Recognition Arrangement

The KCDB - the BIPM key comparison database - supports the CIPM MRA. The KCDB contains information on the internationally recognized Calibration and Measurement Capabilities (CMCs) for services available from the participating institutes, and the key and supplementary comparisons supporting these CMCs.

Results for: Mass and related quantities > Fluid flow > Fluid flow > Liquid flow > Japan
8 results

XLS EXPORT

In the CMC uncertainty statements, $Q[a,b] = [a^2 + b^2]^{1/2}$

Unless otherwise stated the expanded uncertainties given below correspond to $k = 2$ (at a 95 % level of confidence)

	GROUP ID	SERVICE PROVIDER	INSTITUTE SERVICE CODE	QUANTITY	INSTRUMENT OR ARTIFACT	INSTRUMENT TYPE OR METHOD	VALUE CMC	EX UN
		Japan NMIJ AIST	NMIJ/FF-OL-10	Hydrocarbon flowrate	Oil meter	Static, gravimetric, (flying start / finish)	[0.022 to 67] kg/s	2.0
		Japan NMIJ AIST	NMIJ/FF-OS-10	Hydrocarbon flowrate	Oil meter	Static, gravimetric, (flying start / finish)	[2.20E-4 to 0.022] kg/s	2.0
		Japan NMIJ AIST	NMIJ/FF-OS-11	Hydrocarbon flowrate	Oil meter	Static, gravimetric, (flying start / finish)	[4.40E-6 to 2.20E-4] kg/s	5.0

<https://www.bipm.org/kcdb/>

所内設備間比較

グローバル
レファレンス
バリュー

国際比較
CCM.FF-K2.2015
灯油、軽油

石油大

国際比較(作業中)
CCM.FF-K2.2011
灯油

所内比較
灯油、軽油

石油中

所内比較
軽油、
工業ガソリン

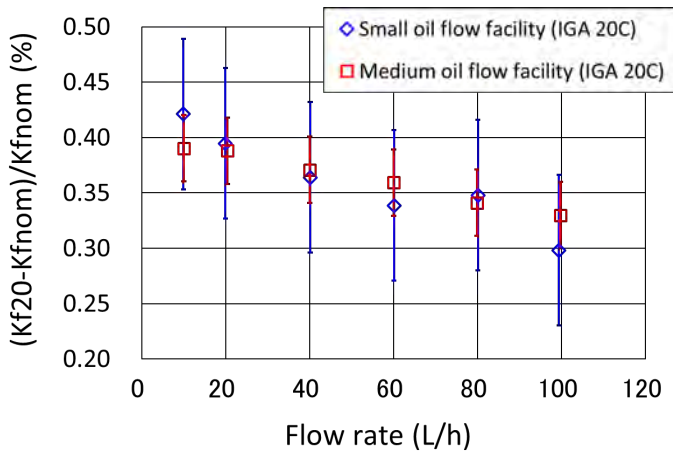
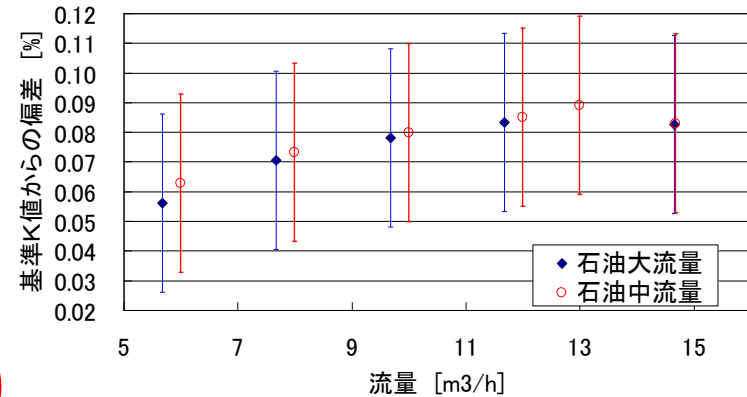
微小実験用
校正設備

所内比較
灯油、軽油、
工業ガソリン

石油小

所内比較
軽油、
工業ガソリン


国家標準設備間の校正値の比較 (PDメータ40A、軽油)



これまでの国家標準の整備

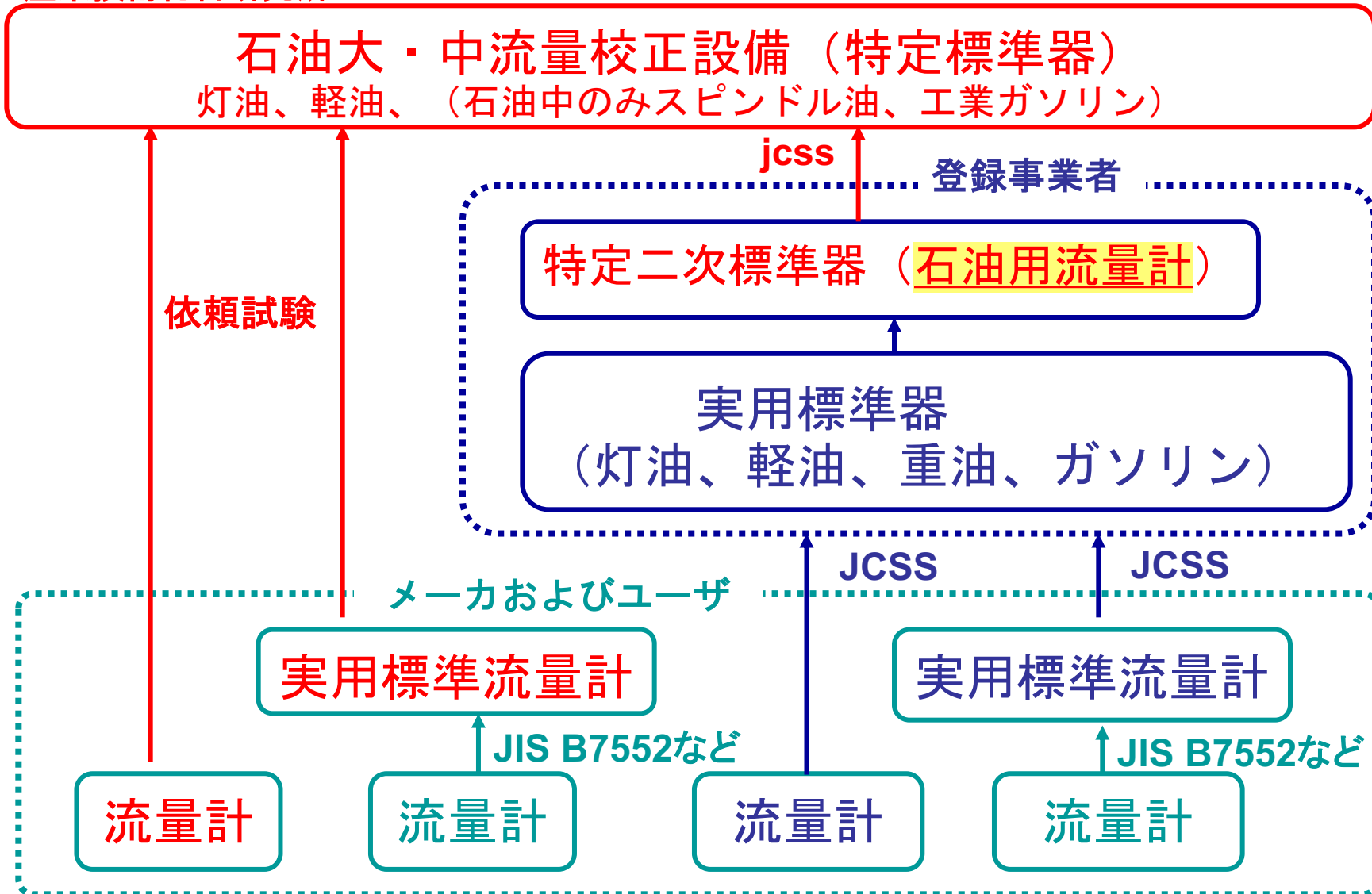
- 高精度な校正設備の研究・開発・維持・供給
 - 石油大、中、小 校正設備
- 拡張
 - 最小流量範囲を順次拡張
 - 工業ガソリン等の液種追加
- 国際比較、CMC登録
 - 所内設備間比較

目次

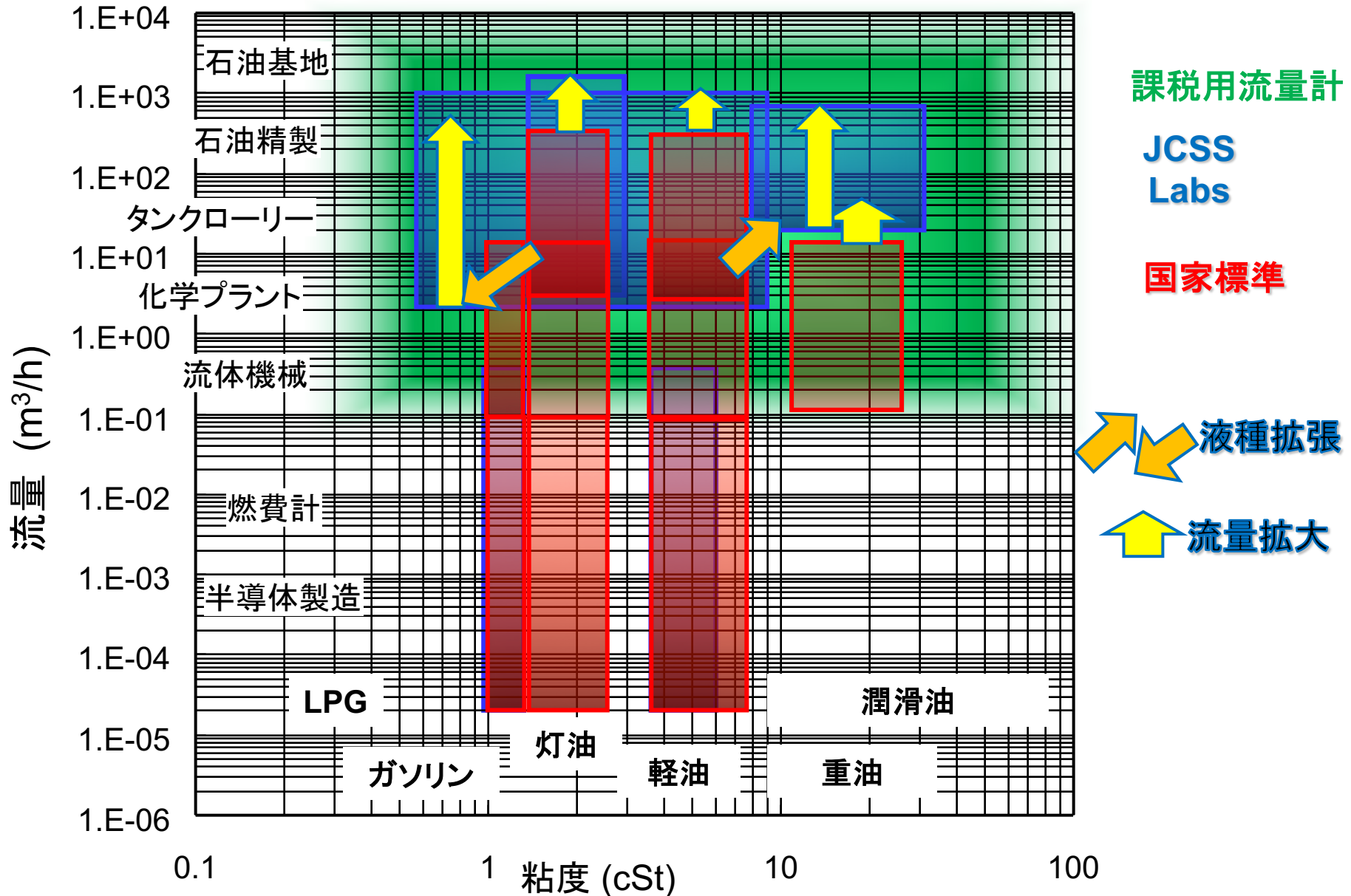
- **国家標準(石油流量)の整備**
 - 校正設備設備
 - 最近の範囲拡張(石油中、石油小の工業ガソリン)
 - 国際整合性(国際基幹比較、CMC登録)
- **国内トレーサビリティ: 石油流量JCSS** 
 - JCSS事業者での液種・流量拡大
 - JIS B7552
 - 微小流量(JCSS)
- **LPGに関連するプロジェクト**
 - NMIA、実験の概要

トレーサビリティ体系（国内、石油）

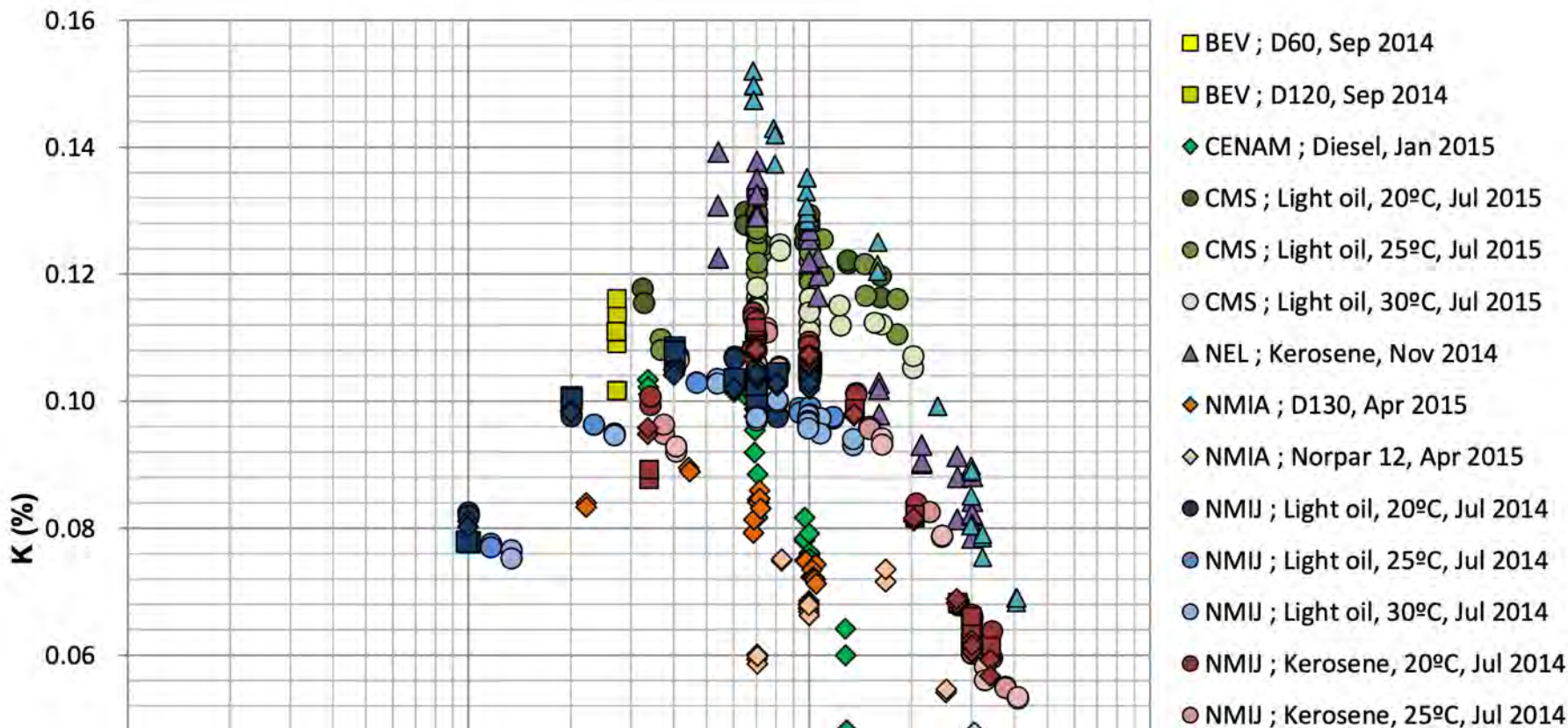
産業技術総合研究所



粘度・流量に対する標準供給範囲

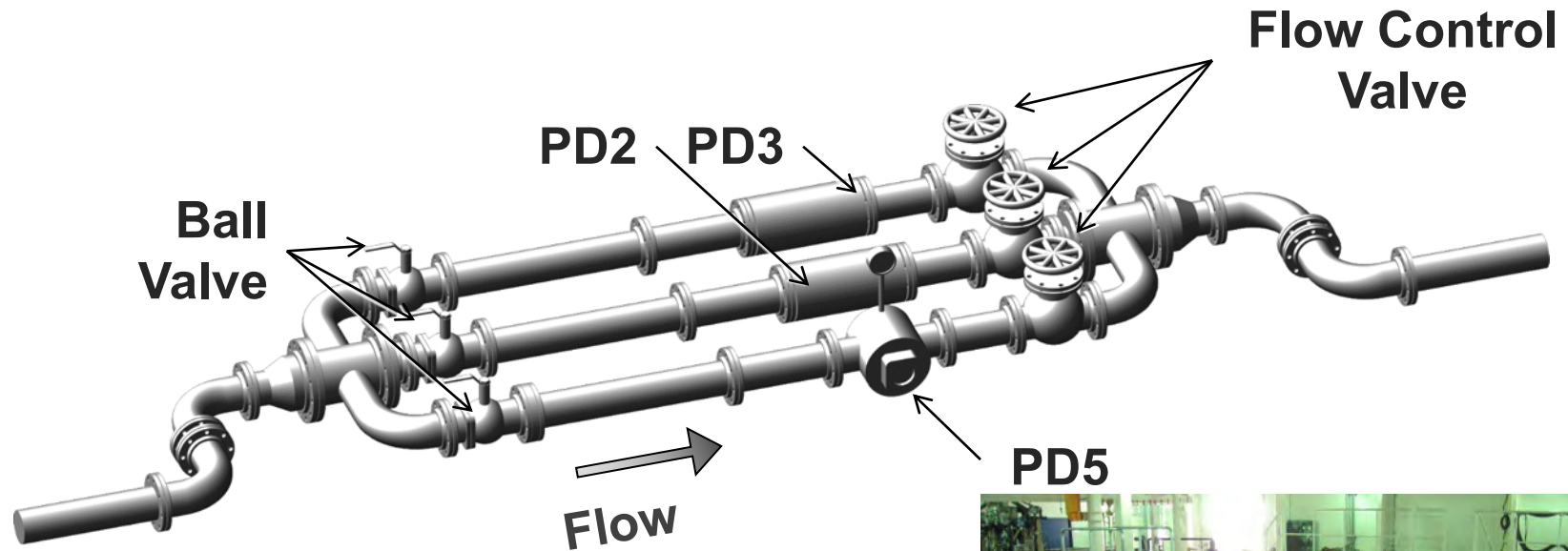


レイノルズ数の対する流量計の特性を利用した 標準流量の液種拡張



- 異なる液種でも、同一レイノルズ数では、Kファクタが同じになる特性を持つ流量計により液種を拡大する方法(ただし、**2台必要**)をJCSS適用指針に記載

WS流量計の並列化による標準流量の拡大

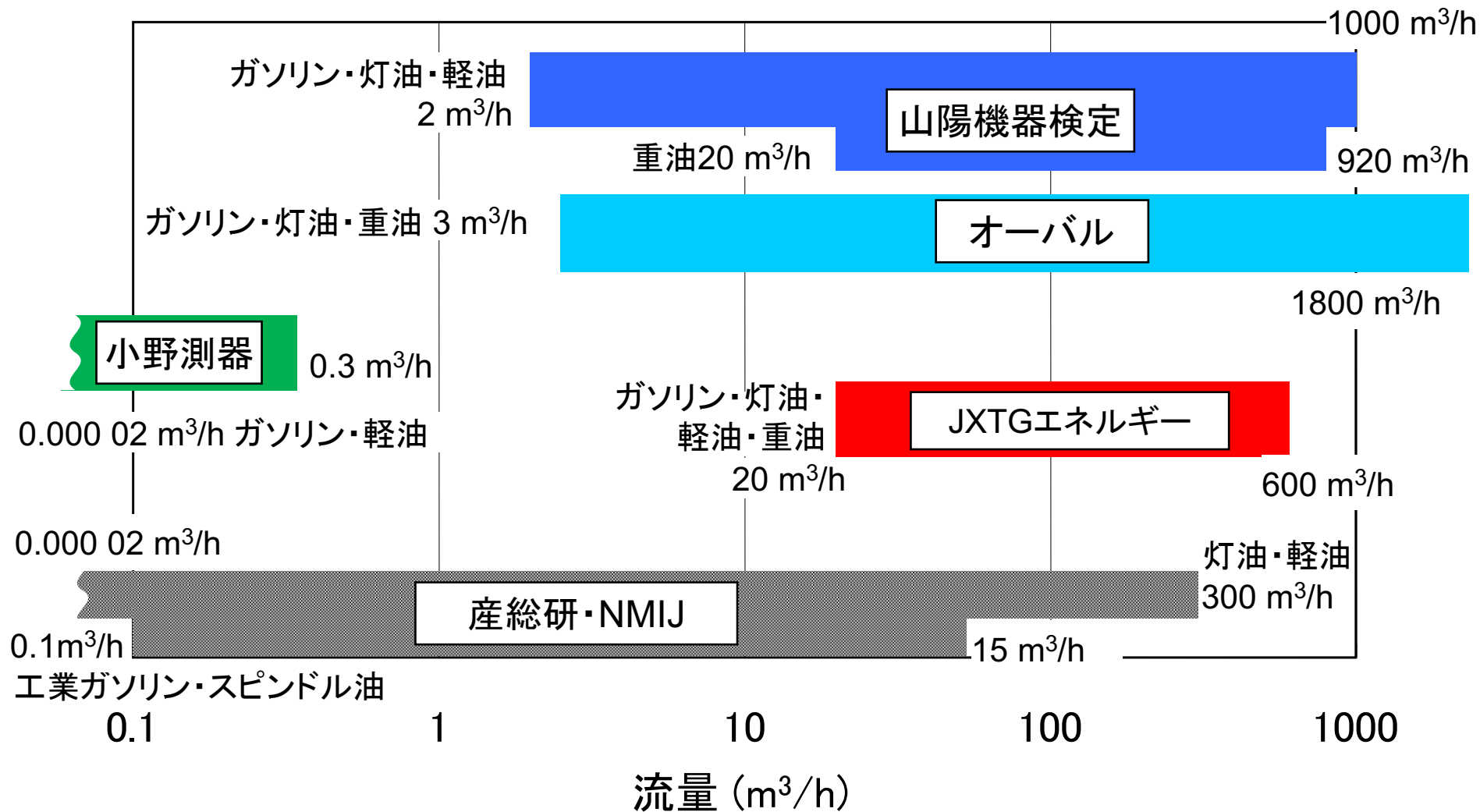


- 流量計を並列化することで標準流量を拡大する方法をJCSS適用指針に記載



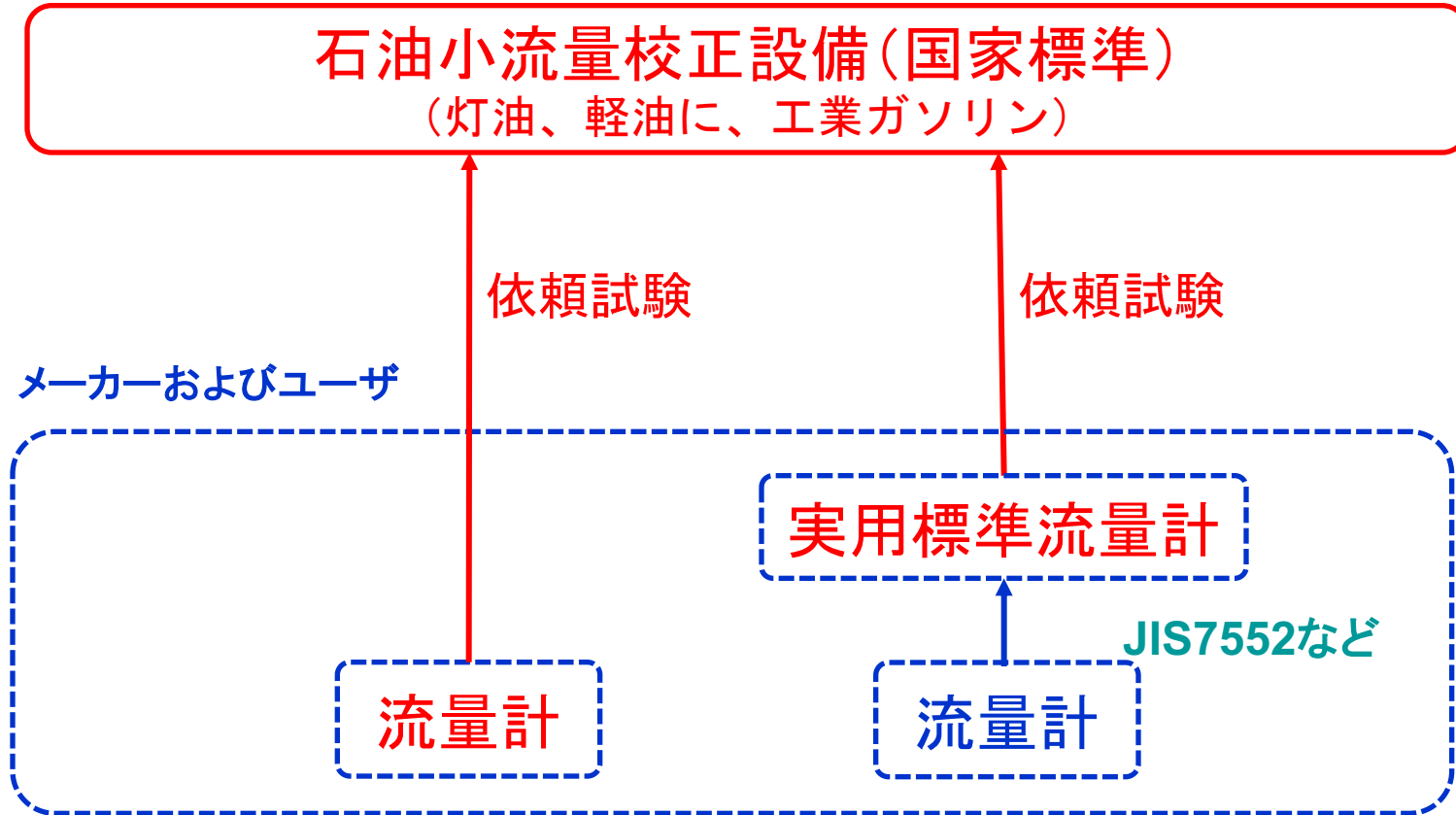
2019年11月現在

石油流量のJCSS事業者の校正範囲



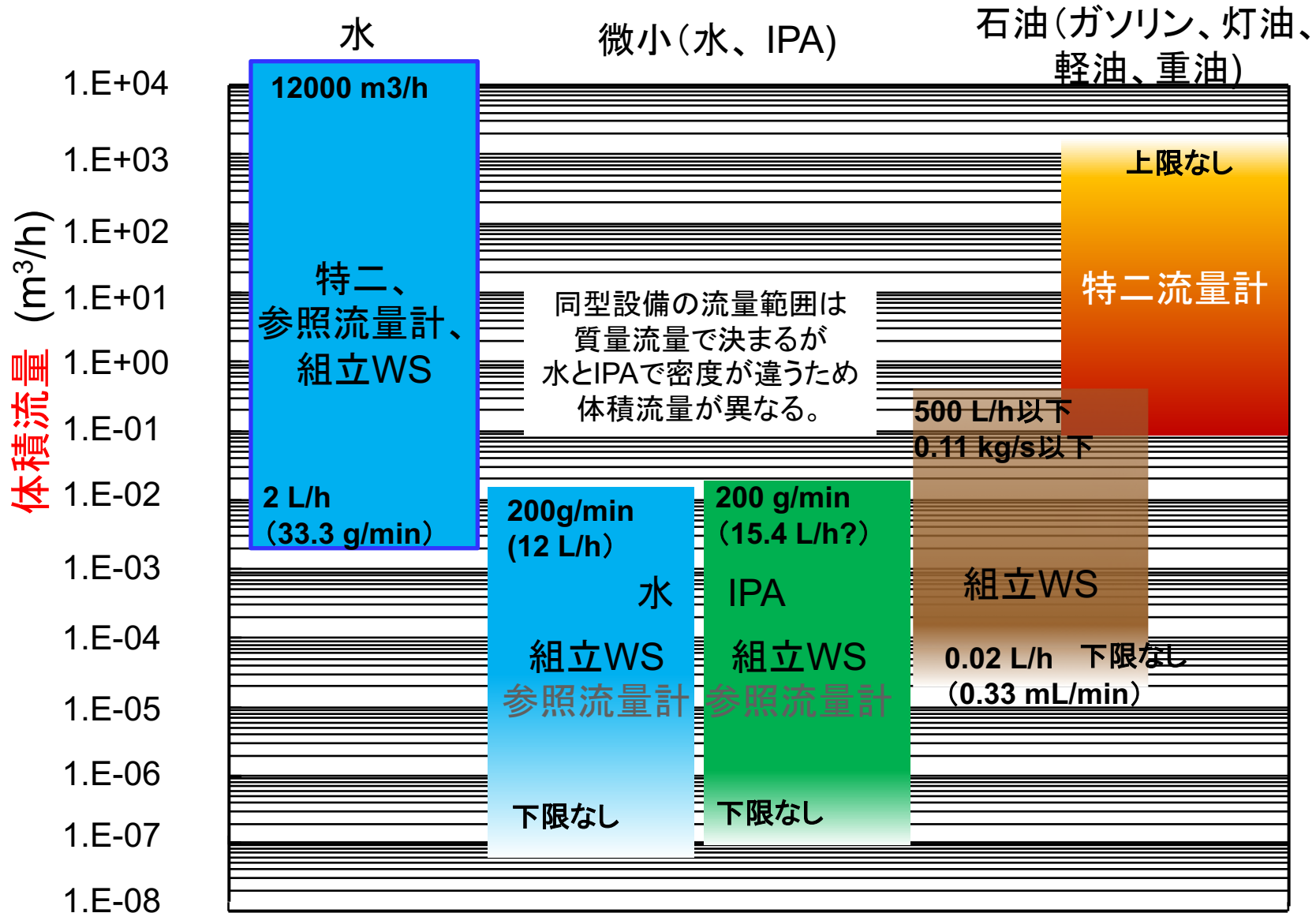
トレーサビリティ体系(国内、石油 小)

産業技術総合研究所

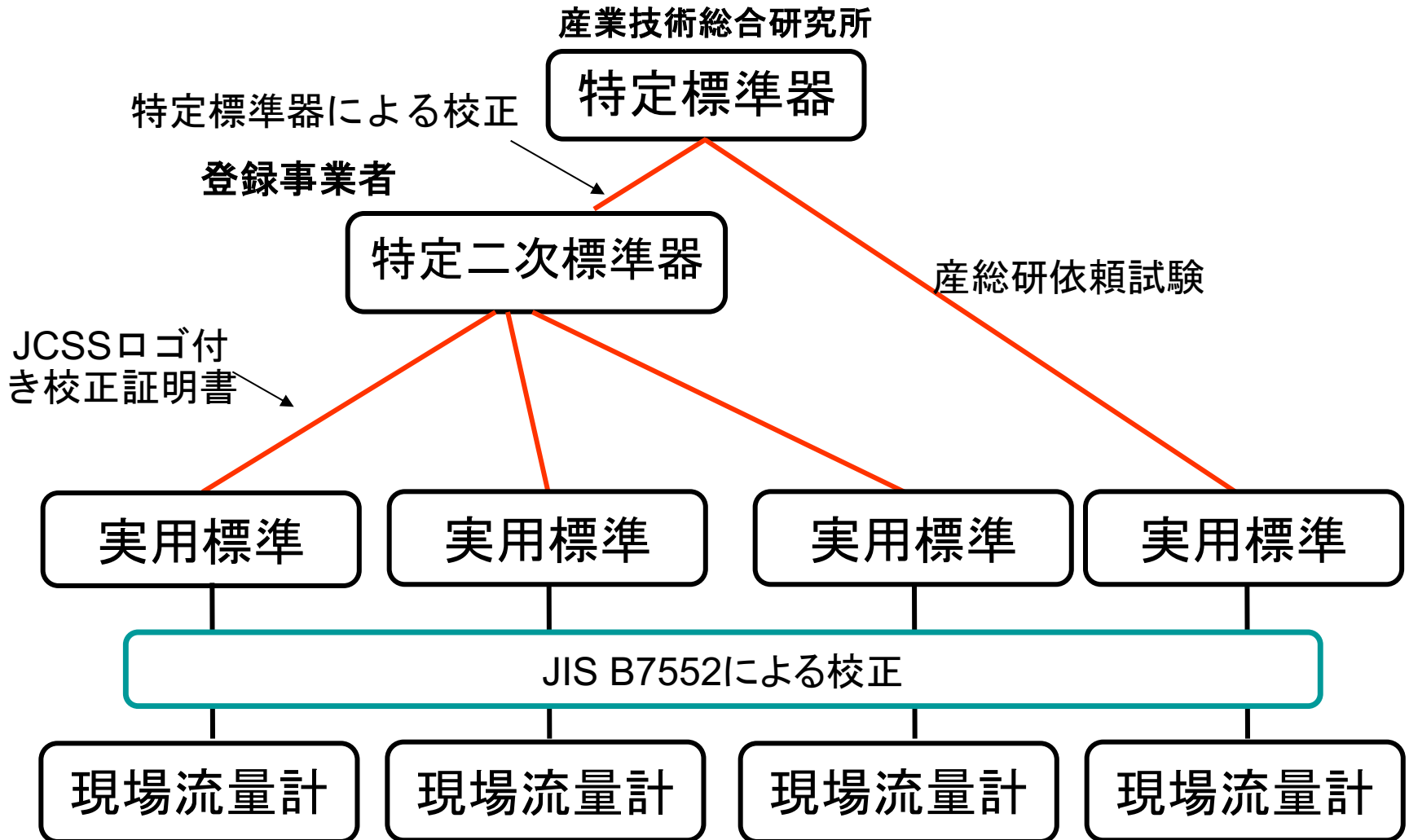


依頼試験の校正対象: 石油流量計
 (例: 燃料ブレンダー、自動車燃費テストベンチ等に
 使われる質量流量計、体積流量計)

JCSS技術的要求事項適用指針の範囲




JCSSとJIS B7552による校正



石油流量JCSS

- 特定二次標準器が「石油用流量計」
- JCSS事業者での拡張方法を研究開発
 - 異なる液種においても同一レイノルズ数であれば同じ指示値となる流量計の特性を利用して液種拡張
 - WS流量計を並列化して標準流量を拡大
- 微小領域は、水、石油と独立した適用指針が制定
 - 事業者の組み立てWSをISO17025に準じた校正設備の参照値との妥当性確認で審査される。
- 今後は、国家標準の拡充よりも、拡張技術の拡充、研究開発(マスターメータ法の高度化)が指向される。

目次

- **国家標準(石油流量)の整備**
 - 校正設備設備
 - 最近の範囲拡張(石油中、石油小の工業ガソリン)
 - 国際整合性(国際基幹比較、CMC登録)
- **国内トレーサビリティ: 石油流量JCSS**
 - JCSS事業者での液種・流量拡大
 - JIS B7552
 - 微小流量(JCSS)
- **LPGに関連するプロジェクト** 
 - NMIA、実験の概要

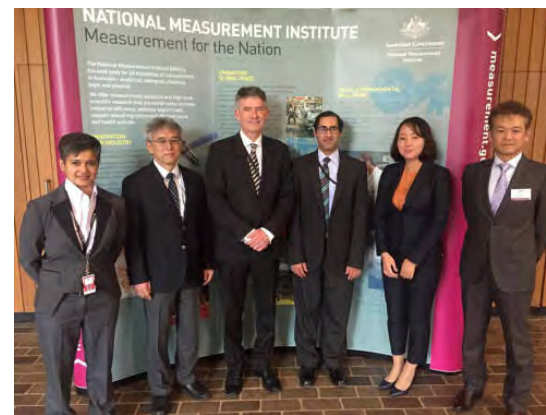
NMIAとのプロジェクトの背景

- 2016年に、オーストラリア国立計量研究所 (National Measurement Institute of Australia : NMIA) とNMIJとの間に**研究協力覚書 (MOU)** が締結



Australian Government
Department of Industry,
Innovation and Science

National
Measurement
Institute



- 2017年度の**日豪首脳会談**を期に、NMIAのLPG校正設備と産総研の流量計校正設備を使った調査研究が提案された。
- 経済産業省計量行政室が担当室となり、2018年度初頭に研究計画を具体化して調査研究を実施することになった。

研究目的

- LPGを含む異なる液種に対するコリオリ流量計の特性を調査する。
 - 粘度・密度の影響(が小さいこと、又はその程度)を実験的に確認する。

密度影響

粘度影響

LPG

プロパン: 517 kg/m³

ブタン: 571 kg/m³



水:	998 kg/m ³ 、1.0 mPas、1.0 cSt
工業ガソリン:	763 kg/m ³ 、0.9 mPas、1.2 cSt
灯油:	802 kg/m ³ 、1.6 mPas、2.0 cSt
軽油:	835 kg/m ³ 、5.5 mPas、6.6 cSt
スピンドル油:	845 kg/m ³ 、16.6 mPas、19.7 cSt

温度 圧力 振動 ゼロ点
気温差 配管テンション

- コリオリ流量計の温度影響・圧力影響を調査する。
 - 液温の影響、周囲気温との温度差の影響、圧力の影響を確認する。
 - 影響を低減させるコリオリ流量計移転標準器の測定管理方法を確認する。

研究目的のつづき

- 校正時とは異なる試験液の場合の高度な測定管理方法について研究を行う。
 - コリオリ流量計による流量標準の液種拡張についての知見を得る。
(移動架台、ゼロ点補正、温度環境等の使い方)
- 将来的に、低粘度のLPG、LNG、NH₃等のエネルギーキャリア(次世代自動車燃料等)の流通におけるトレーサビリティの確立と計測信頼性の向上に貢献することを目指す。

計画概要

- 選抜されたコリオリ流量計をNMIAのLPG設備と産総研設備で校正することで流量計の特性を詳細に調査する。

オーストラリアのLPG設備で校正



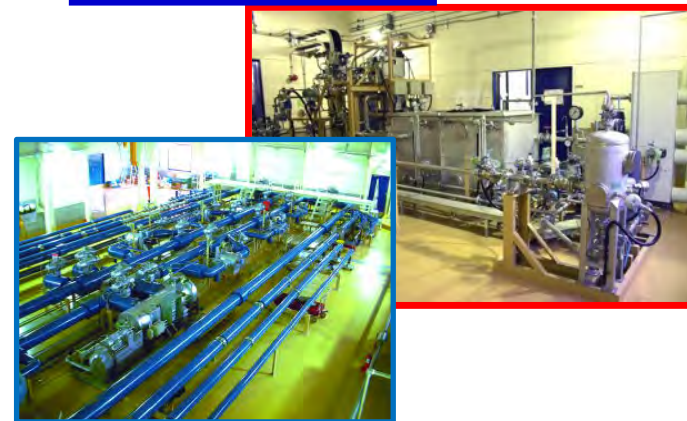
産総研設備で校正



コリオリ流量計

- 密度依存性
- 粘度依存性
- 圧力依存性
- 温度依存性

水とLPGとの同様の試験が台湾CMSとの間で実施されたことがある。



世界的にも珍しいNMIA(豪標準研)の LPG 流量校正設備



設備概要

最大流量: 1700 L/min

圧力: 800 kPa (プロパン), 300 kPa (ブタン)

校正方法: 40 L ピストンプルーバー、不確かさ: 0.03 % ($K=2$)

ご静聴ありがとうございました。

