

水素および水素エネルギー の活用

農業・家庭用水素加温器
水素発生装置(および水素風呂)

日本防水工法開発協議会夏期研究会

2016年7月5日

神奈川工科大学 矢田研究室 (工学部 機械工学科)

- 炭化水素系冷媒の実用化に関する研究
脱フロン系冷媒・省エネ家電の切り札！
- ハイブリッド型太陽電池システム
太陽エネルギーを効率よく得るために！
- 水素および水素エネルギーの実証試験
- 地震前兆現象の把握を目指した様々な測定
大気イオン濃度の測定
動物（ネコ、ナマズ、ヘビ、etc）の異常行動の定量的な測定

地震予知最前線-地震は本当に予知不可能なのか？

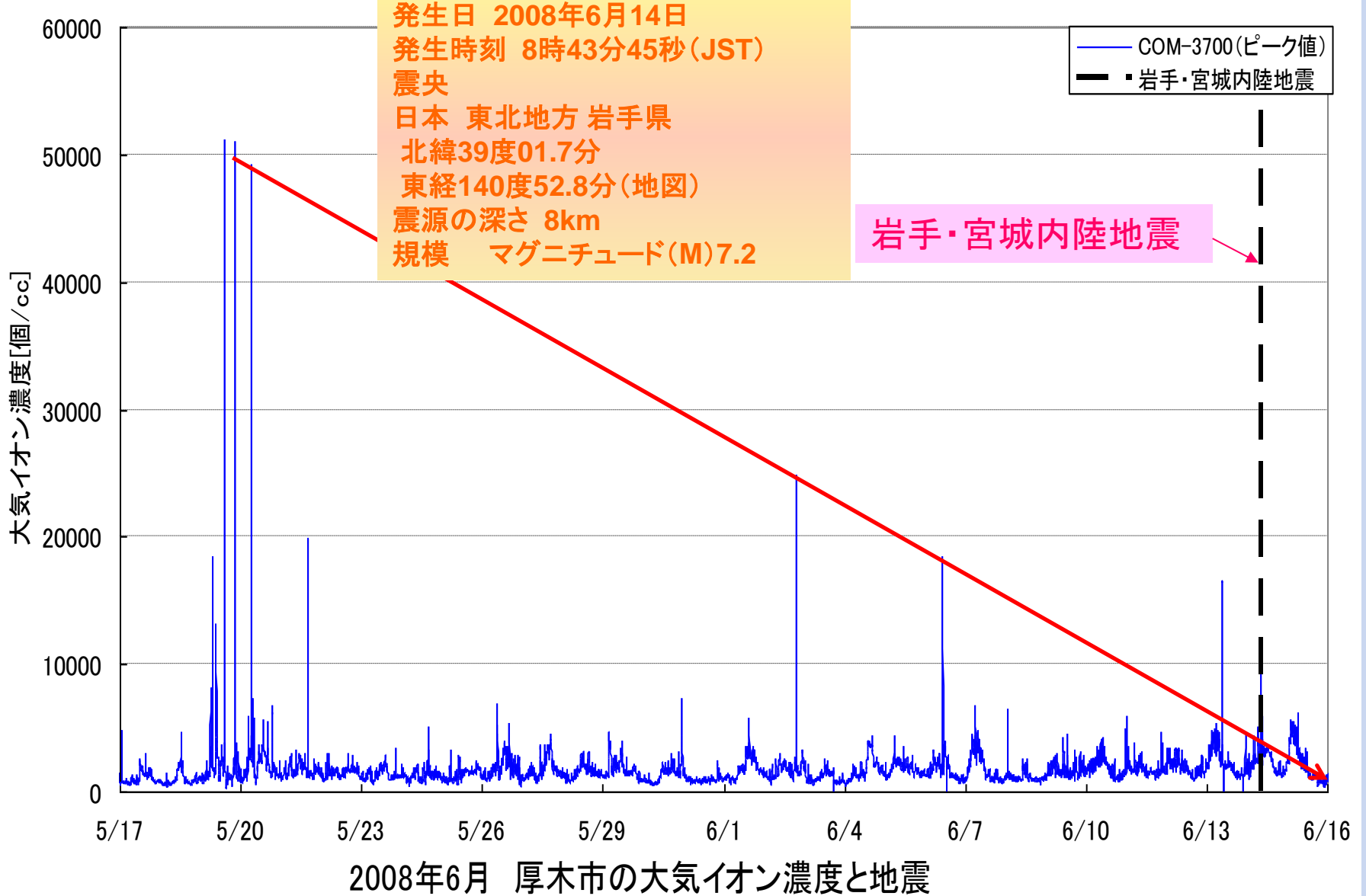
(大気イオン濃度の計測、動物の異常行動)

神奈川工科大学 工学部 機械工学科
NPO法人大気イオン地震予測研究会
矢田 直之

naoyada@me.kanagawa-it.ac.jp

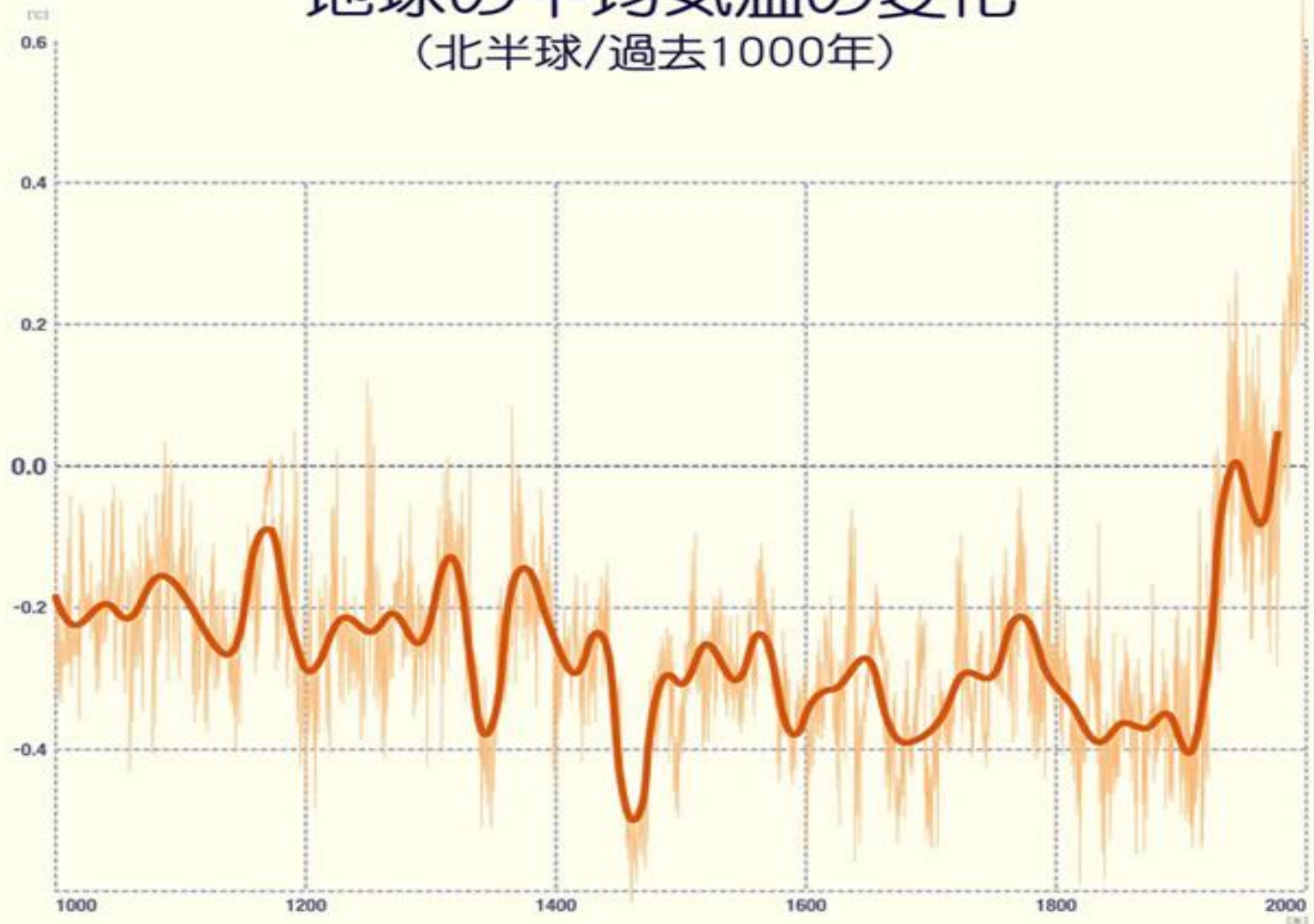
<http://www.e-PISCO.com/>





2008年5～6月にかけての大気イオンと地震

地球の平均気温の変化 (北半球/過去1000年)

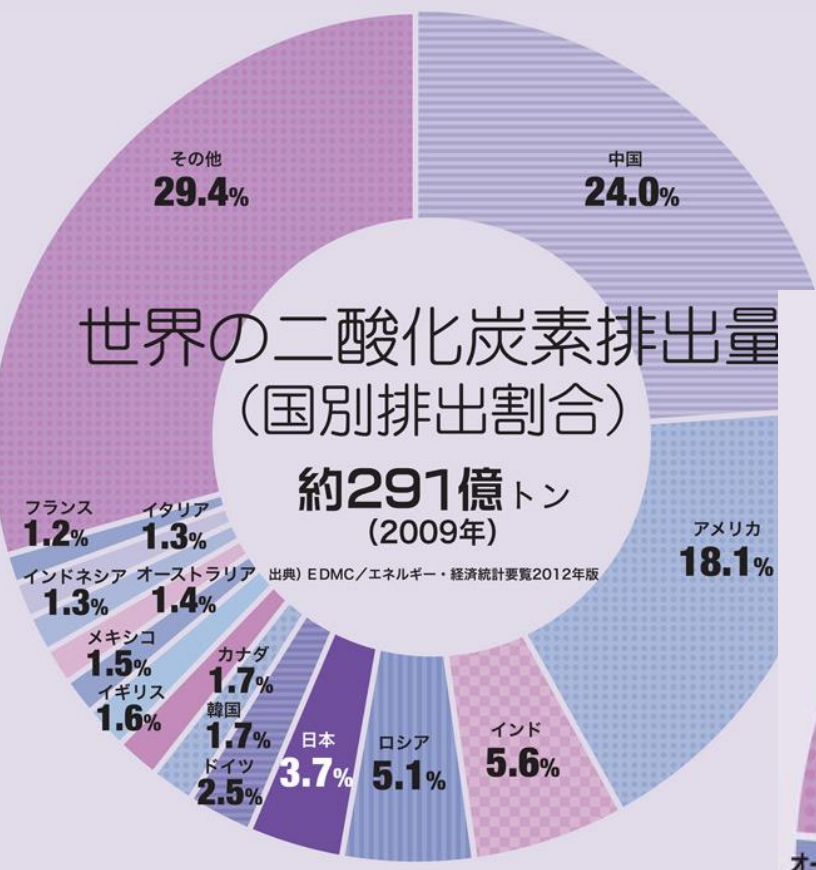


※気温は1961～1990年の平均からの気温の偏差を表す
出典) IPCC第3次評価報告書

世界の二酸化炭素排出量 (国別排出割合)

約291億トン
(2009年)

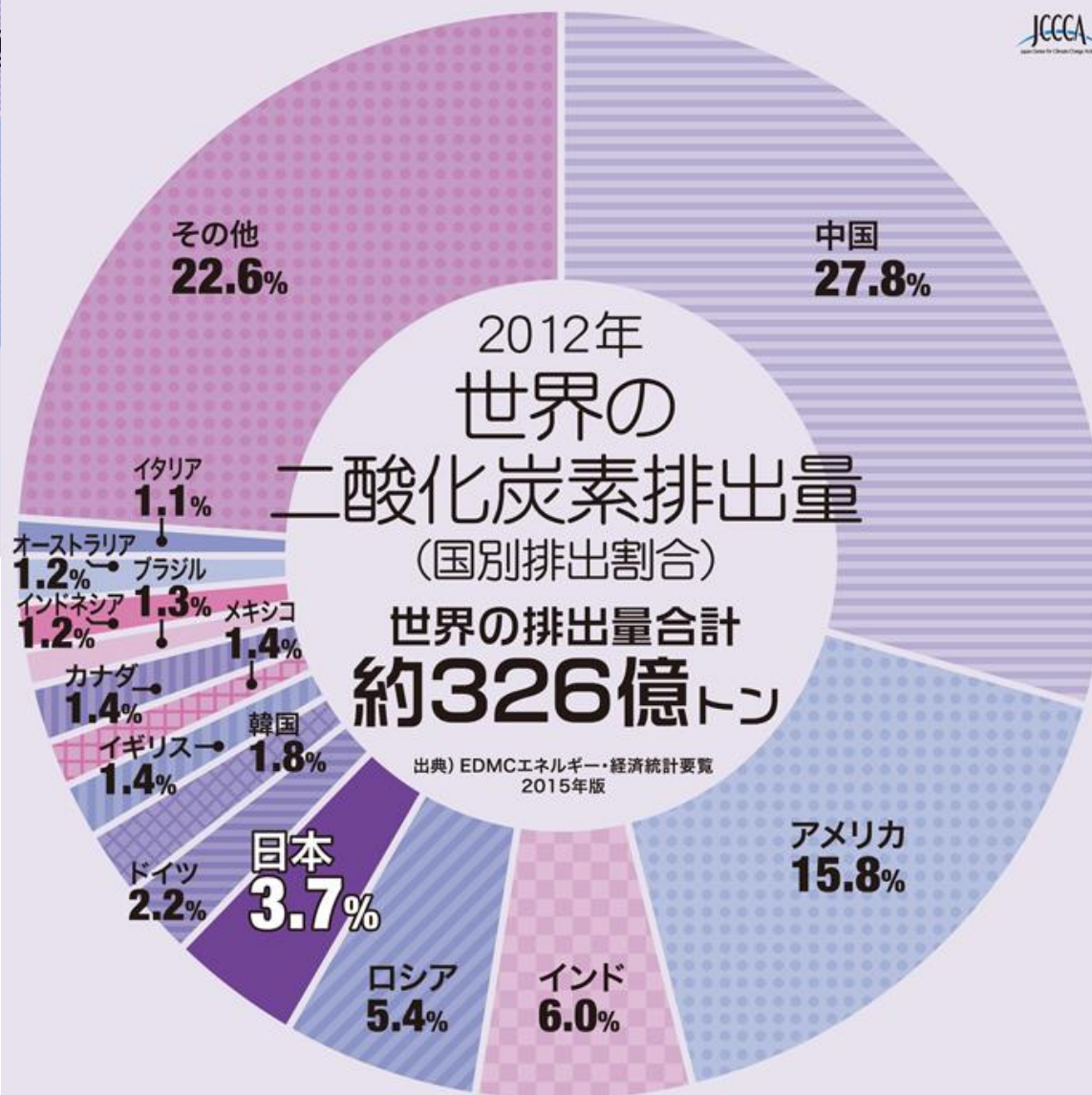
出典) EDMC/エネルギー・経済統計要覧2012年版



2012年 世界の 二酸化炭素排出量 (国別排出割合)

世界の排出量合計
約326億トン

出典) EDMCエネルギー・経済統計要覧
2015年版



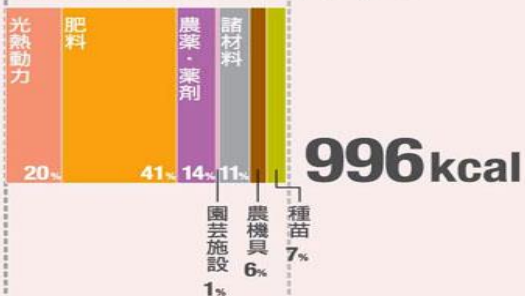
農業分野における水素エネルギー

本当にエコな農業を実現するために

きゅうり1kgあたりの 生産投入エネルギー量の内訳

出典) 社団法人 資源協会「家庭生活のライフサイクルエネルギー」

露地・夏秋どりきゅうり



ハウス加温・冬春どりきゅうり



地球環境に優しい農業

地球温暖化を防ぐための二酸化炭素削減

省エネルギー＝光熱費の削減

ビニルハウスの暖房の80%は重油
炊き加温器

二酸化炭素の排出

水素による加
温器の普及

二酸化炭素の削減

美味しい農作物



水素エネルギーの利点

クリーンな排出ガス＝燃焼時に発生するのは水蒸気のみ・・・地球温暖化に全く寄与しない。

燃焼エネルギーのみならず、燃焼後の排出ガスも暖房用として利用可能。

On site で製造すれば貯蔵時の不安要素も解消。

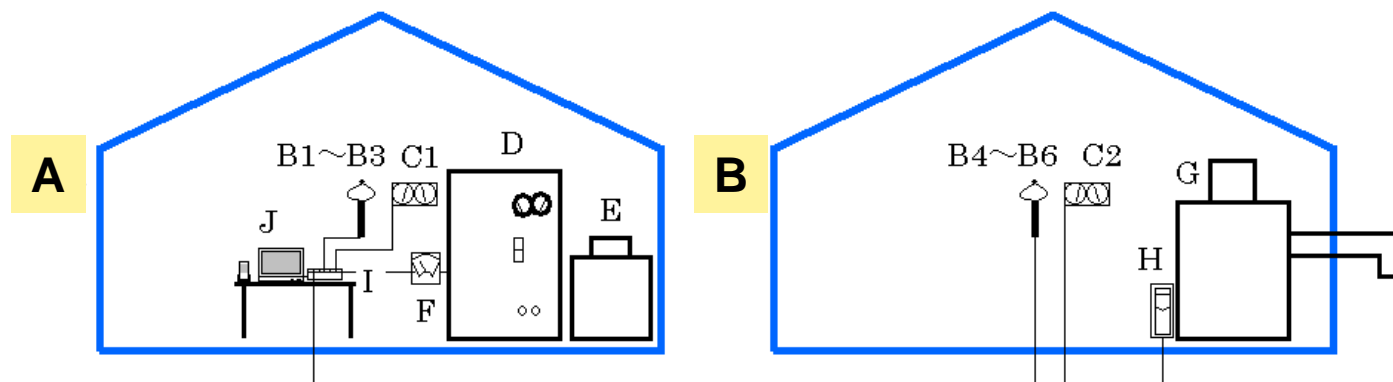
水素（エネルギー）に関する実験

- 燃料としての水素ガス
 - 2008年度ビニルハウスの加温器として
岡山県山田養蜂場農園にて実証試験
- 医療用水素ガス(抗酸化剤)としての活用
 - > 2015年、臨床水素治療研究会と医療向け水素発生装置を共同開発
- 太陽エネルギーによる水素発生器の稼働
 - 2014年、蓄エネルギー材としての水素ガス貯蔵実験（水素吸蔵合金）

実験を実施したビニルハウス外観



水素加温実験装置の概略

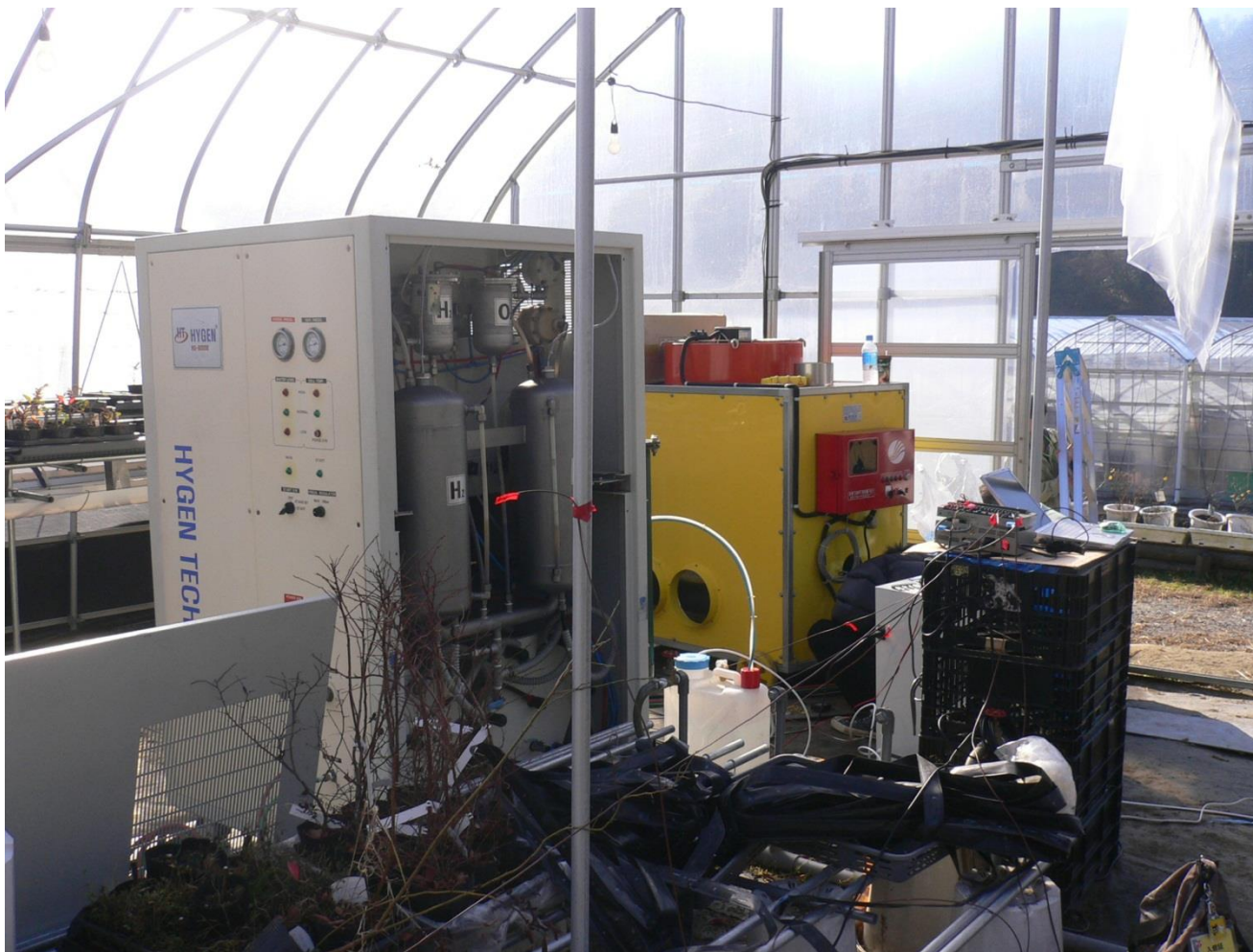


A: 水素加温ハウス B←A2: 重油加温ハウス B1~6: 温度計
C1, C2: 温湿度計 D: 水素・酸素発生機 E: 水素燃焼器
F: 電力計 G: 重油炊き加温器 H: 流量計 I: データロガ
J: パーソナルコンピュータ

Bハウス(重油)加温器



水素発生機(手前)と加温器(奥)



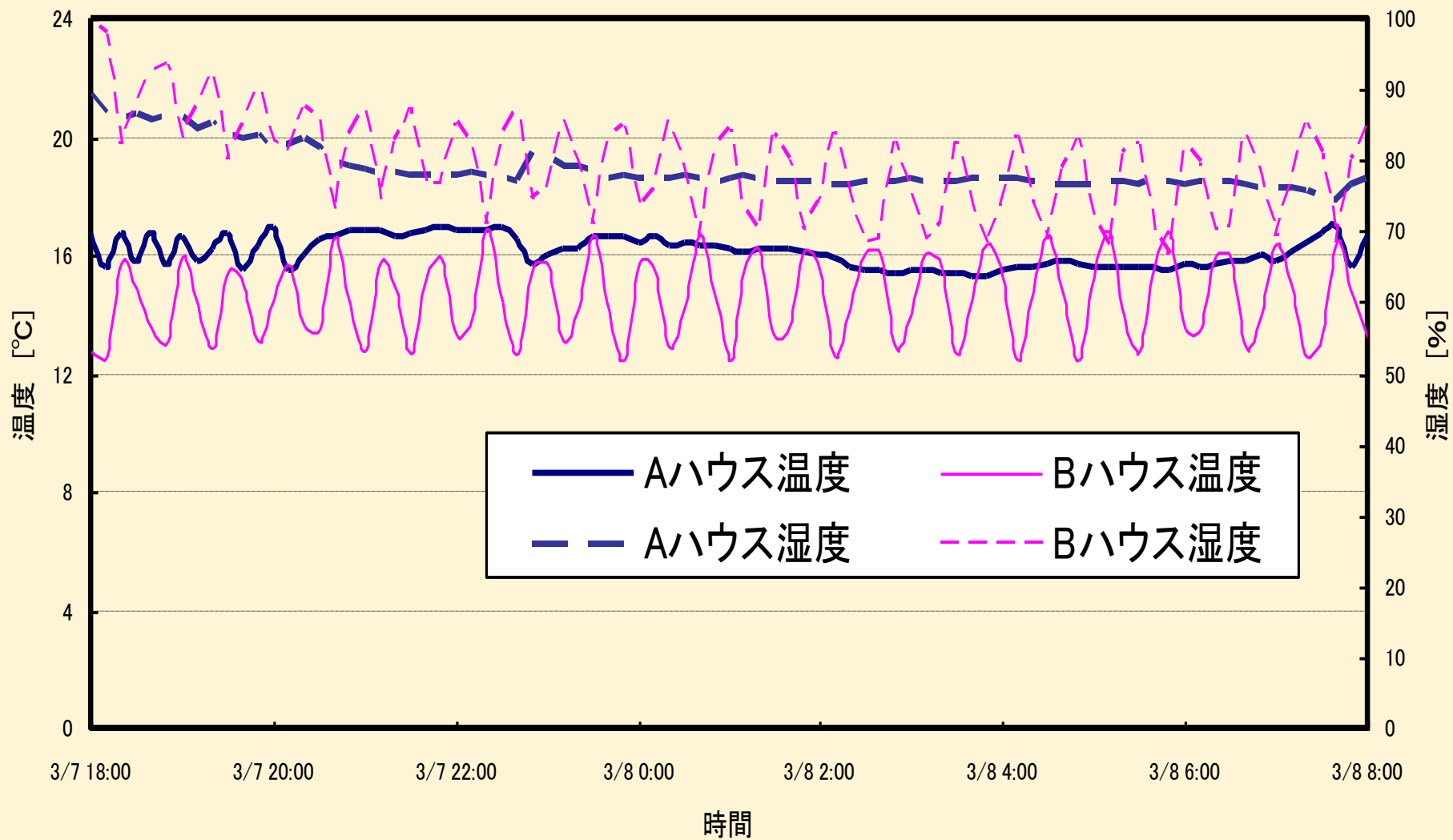
株式会社スターエナジー製 S43-21

水素発生方式	電気分解セル
最大水素発生量	4330 L/h
最大酸素発生量	2170 L/h
発生水素純度	99.998 %
水素発生最大圧力	0.3 MPa
電源入力	AC 200 V
消費電力量	19.1 kW
原料水	強アルカリ溶液と 純水の混合溶液



Aハウス(水素加温)の内部





温度と湿度の関係(3月7日夜)

測定結果

日付	計測開始時間	計測終了時間	平均外気温	Aハウス平均湿度	Aハウス平均温度	Bハウス平均湿度	Bハウス平均温度	積算電力量	電気CO ₂ 排出量	電力料金	積算重油量	重油CO ₂ 排出量	重油料金	コスト削減率
			℃	%	℃	%	℃	kWh	kg-CO ₂	円	L	kg-CO ₂	円	%
3/4	17:00	21:50	9.0	75.5	15.2	77.9	7.2	76.1	27.4	1845	45.0	122.0	3152	41.5
3/5	19:40	0:20	6.1	80.7	16.3	81.6	10.0	65.5	23.6	1714	43.2	117.1	3022	43.3
3/6	17:30	2:20	9.7	79.9	16.0	65.5	9.7	66.4	23.9	1725	45.2	122.5	3161	45.4
3/7	18:00	8:00	4.3	78.8	16.1	79.4	14.6	196.5	70.7	3339	70.5	191.1	4937	32.4
3/8	18:40	2:10	4.4	80.0	15.2	79.1	14.8	96.4	34.7	2097	43.8	118.7	3066	31.6
3/16	21:30	3:30	3.5	77.9	15.0	69.3	16.5	100.3	36.1	2145	44.2	119.8	3092	30.6
3/17	18:30	8:00	5.5	88.4	12.7	71.6	18.0	154.2	55.5	2815	85.2	230.9	5967	52.8
		平均	6.1	80.2	15.2	74.9	13.0	107.9	38.8	2240	53.9	146.0	3771	39.7
							合計	755.4	272	15680	377.1	1022	26397	



水素加温の特徴

GOOD!



長所

排気ガス(水蒸気)も加温に使用できる。
環境にやさしい。
電気をエネルギー源としているため
太陽電池が利用可能。



短所

水素自体に爆発の可能性がある。
水素発生機の信頼性。
電気工事が必要。

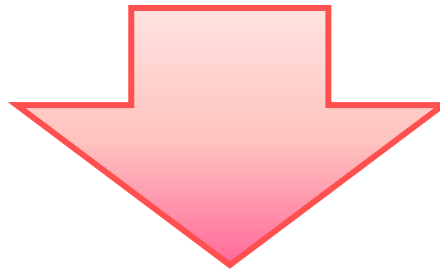
BAD.

研究背景(2014年度)

農業用ビニルハウスの加温

▶ 90 %以上が重油炊き加温機を用いる

- ・原油価格の変動
- ・燃焼時に二酸化炭素を排出

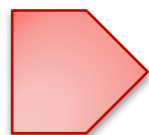


低コストかつ二酸化炭素を排出しない、
新たな加温システムが必要である。

研究目的

水素エネルギーに着目！（2009年実証済み）

水素燃焼によるビニルハウスの
加温システムを考案・開発

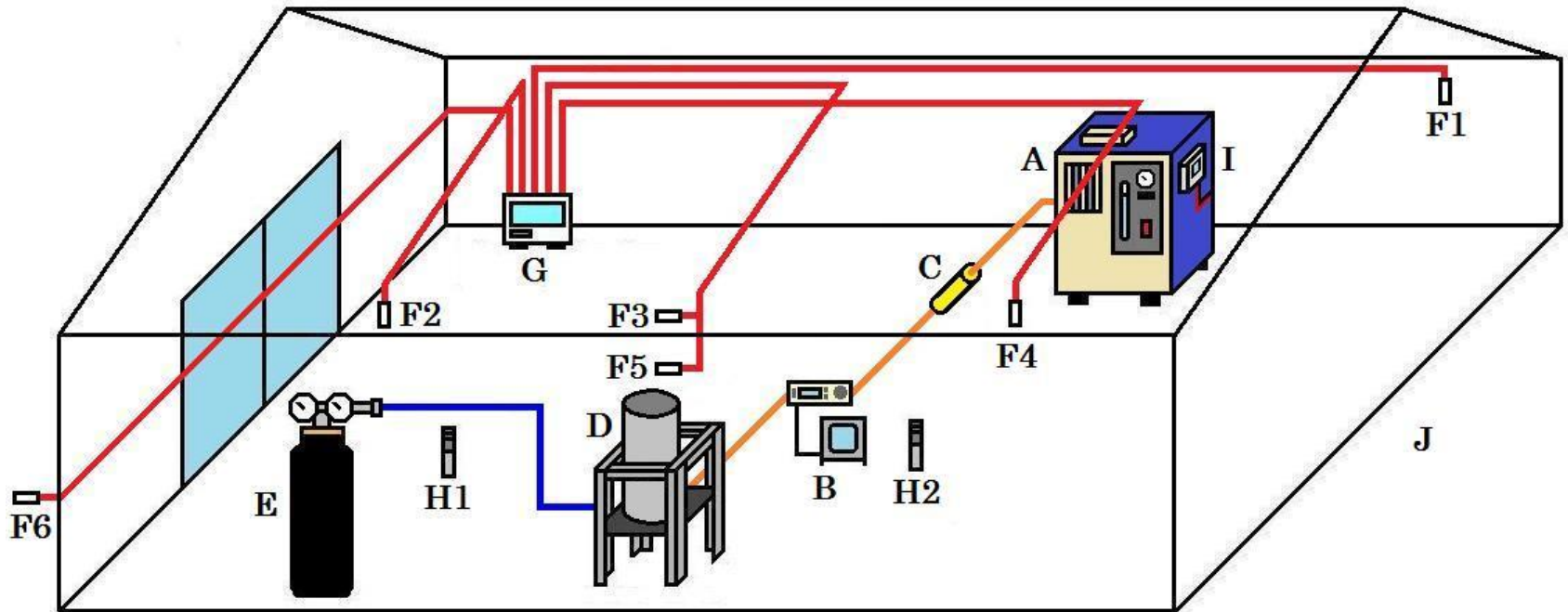


水素発生機によって生成された水素および酸素を
燃焼器へ供給し、加温を行う。

水素加温機システムの実用化に向けて、
稼働試験を行い加温性能を明らかにする。

実験施設概略

(2014年度 静岡県袋井市)



- | | | |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|
| A: Hydrogen generator | B: H ₂ Flow meter | C: Flashback prevention valve |
| D: Hydrogen combustor | E: Oxygen cylinder | F1~6: Pt thermometer |
| G: Data logger | H1, 2: Hygrometers | I: Wattmeter |
| J: Greenhouse | | |

FC-R&D社製 FCQL-3000

水素発生方式 PEM型電気分解セル

定格水素発生量 2000 ml/min

最大水素発生量 3000 ml/min

発生水素純度 99.999 %

水素発生最大圧力 0.3 MPa

電源入力 AC 100 V

消費電力 最大1000 W

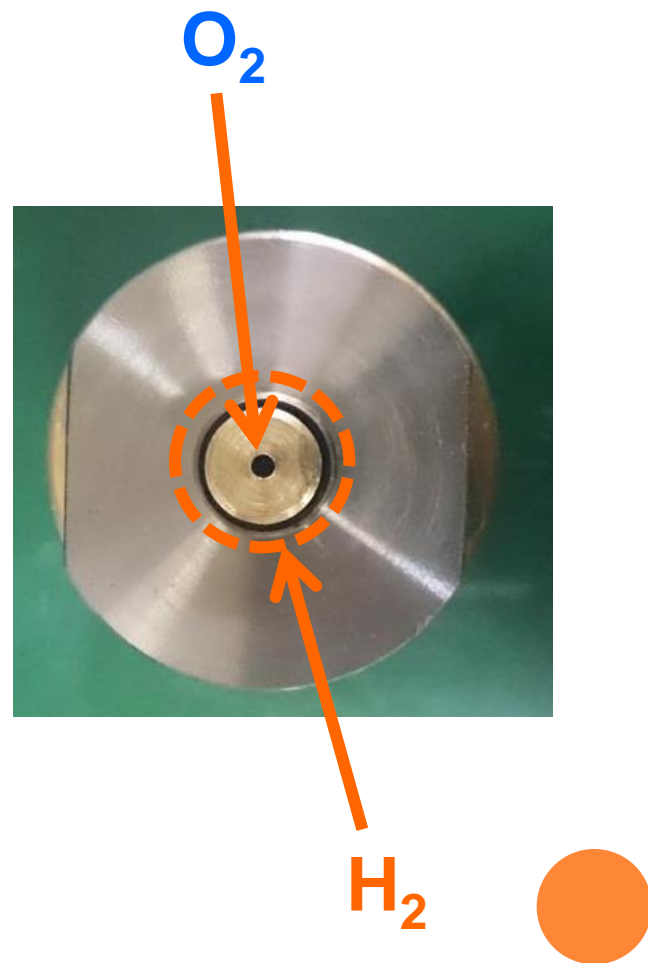
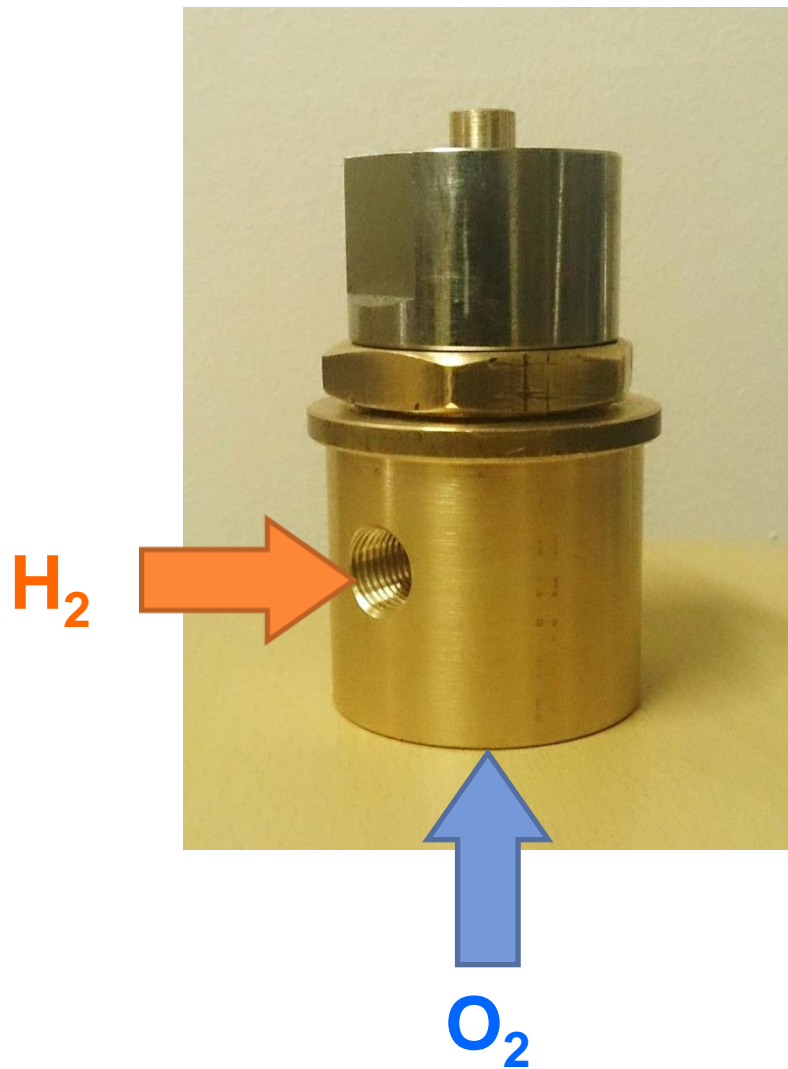




5.85 m (wide) × 24.7 m (long) × 3.55 m (high)

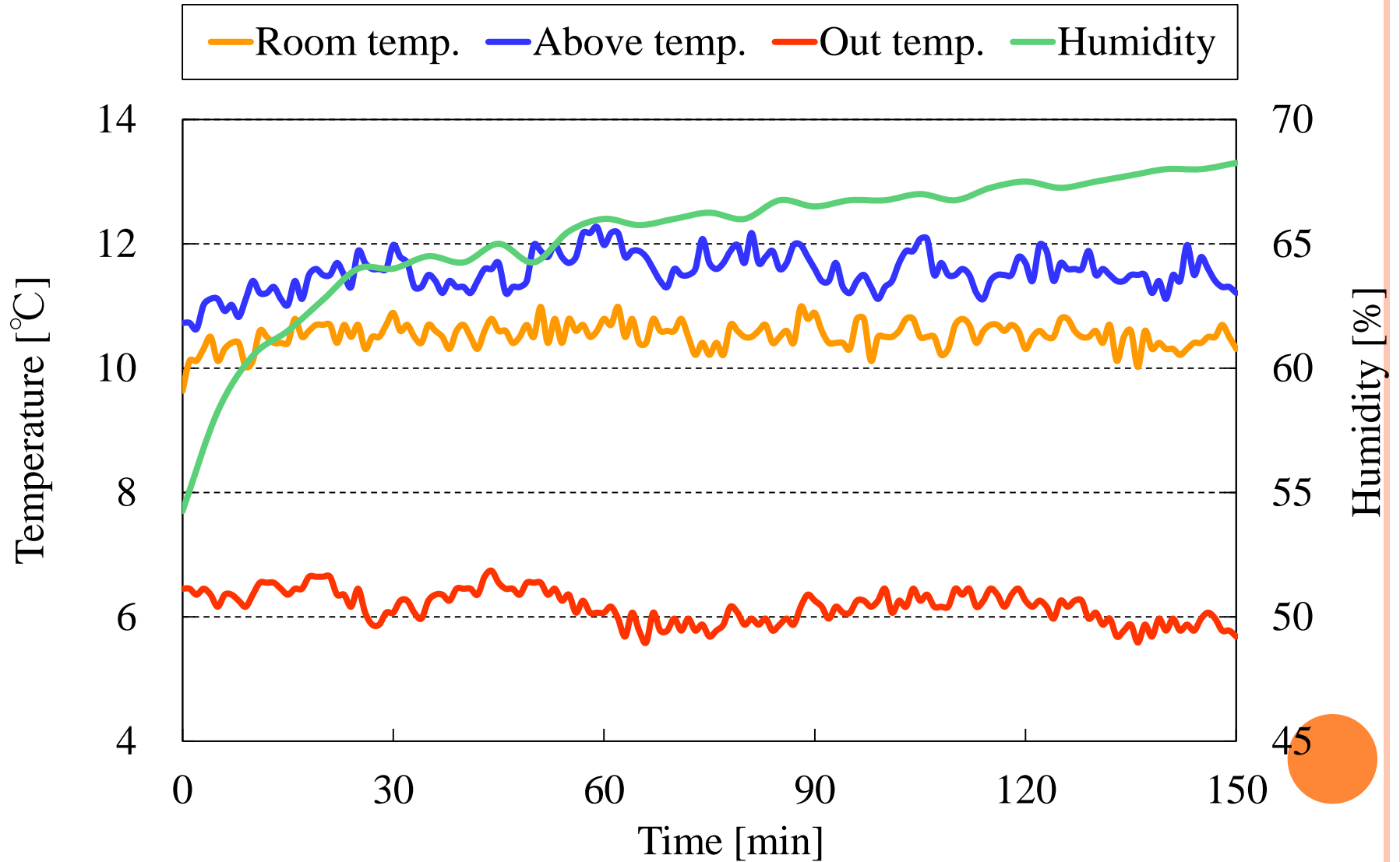
Greenhouse

燃烧器





実証実験結果



冬季期間におけるシミュレーション

冬期期間	11～3月までの5ヶ月
暖房時間	午後6時～翌日午前7時までの13時間
CO ₂ 排出量	二酸化炭素排出係数 0.516 kg/kWh
電気使用料金	1 kWhあたり17.54円(中部電力管内)
比較対象	重油焚き加温機

※ 比較用従来型加温機について

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構が提供している温室暖房燃料消費試算ツールを用いて算出

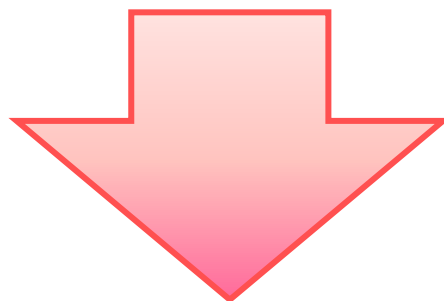
シミュレーション結果

	CO ₂ emission by combustion	Power consumption (CO ₂ emission)	Total CO ₂ emission	Running cost
Hydrogen-fueled heaters	0 kg	8,393 kWh (4,331 kg)	4,331 kg	147,215 JPY
Heavy fuel oil heaters	17,613 kg	2,087 kWh (1,077 kg)	18,689 kg	605,347 JPY
Reduction	100 %	-302 %	76.8 %	75.7 %



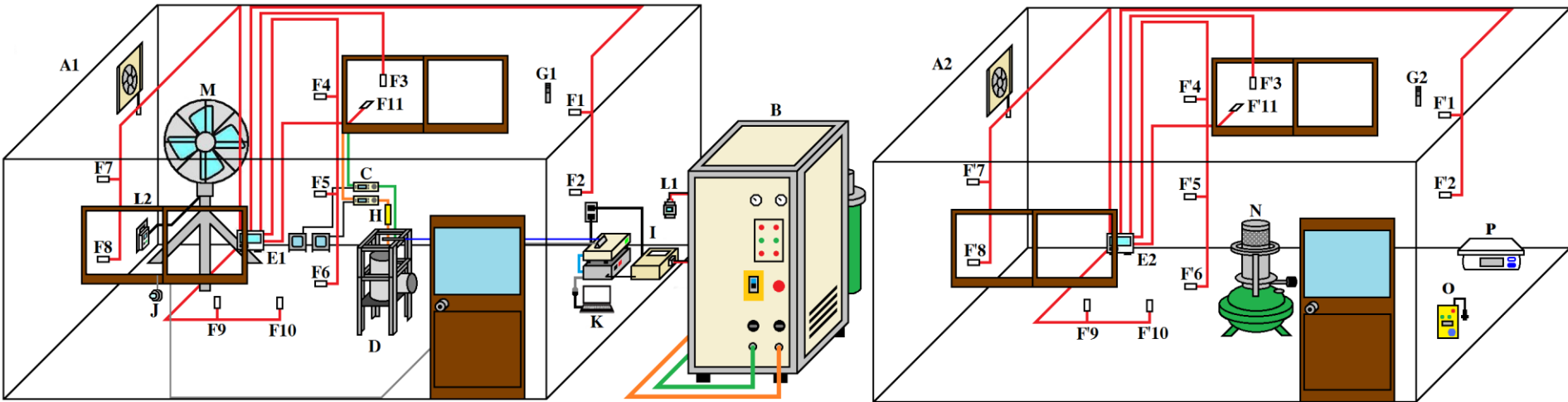
比較稼働実験

水素加温機と従来型加温機との
加温性能の比較を行う！



北海道帯広市においてプレハブ小屋2棟を用意し、大型水素発生機を用いた従来型加温機との比較稼働実験を行った。

実験施設概略



- | | | |
|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| A1, A2: Experimental cabin | B: Hydrogen generator | C: Flow meter |
| D: Hydrogen combustor | E1, 2: Data logger | |
| F1~11, F'1~11: Pt thermometer | G1, 2: Hygrometers | |
| H: Flashback prevention valve | I: Controlling unit | J: Pyrheliometer |
| K: Personal computer | L1, 2: Wattmeter | M: Electric fan |
| N: Oil heater | O: Oximeter | P: Gravimeter |

水素加温機棟

従来型加温機棟

2.24 m (wide) × 2.3 m (high) × 7.06 m (long)

Experimental cabin





Indoor





水素加温機棟



従来型加温機棟

株式会社スターエナジー製 S43-21

水素発生方式	電気分解セル
最大水素発生量	4330 L/h (72 L/min)
最大酸素発生量	2170 L/h (36 L/min)
発生水素純度	99.998 %
水素発生最大圧力	0.3 MPa
電源入力	AC 200 V
消費電力量	19.1 kW
原料水	強アルカリ溶液と 純水の混合溶液



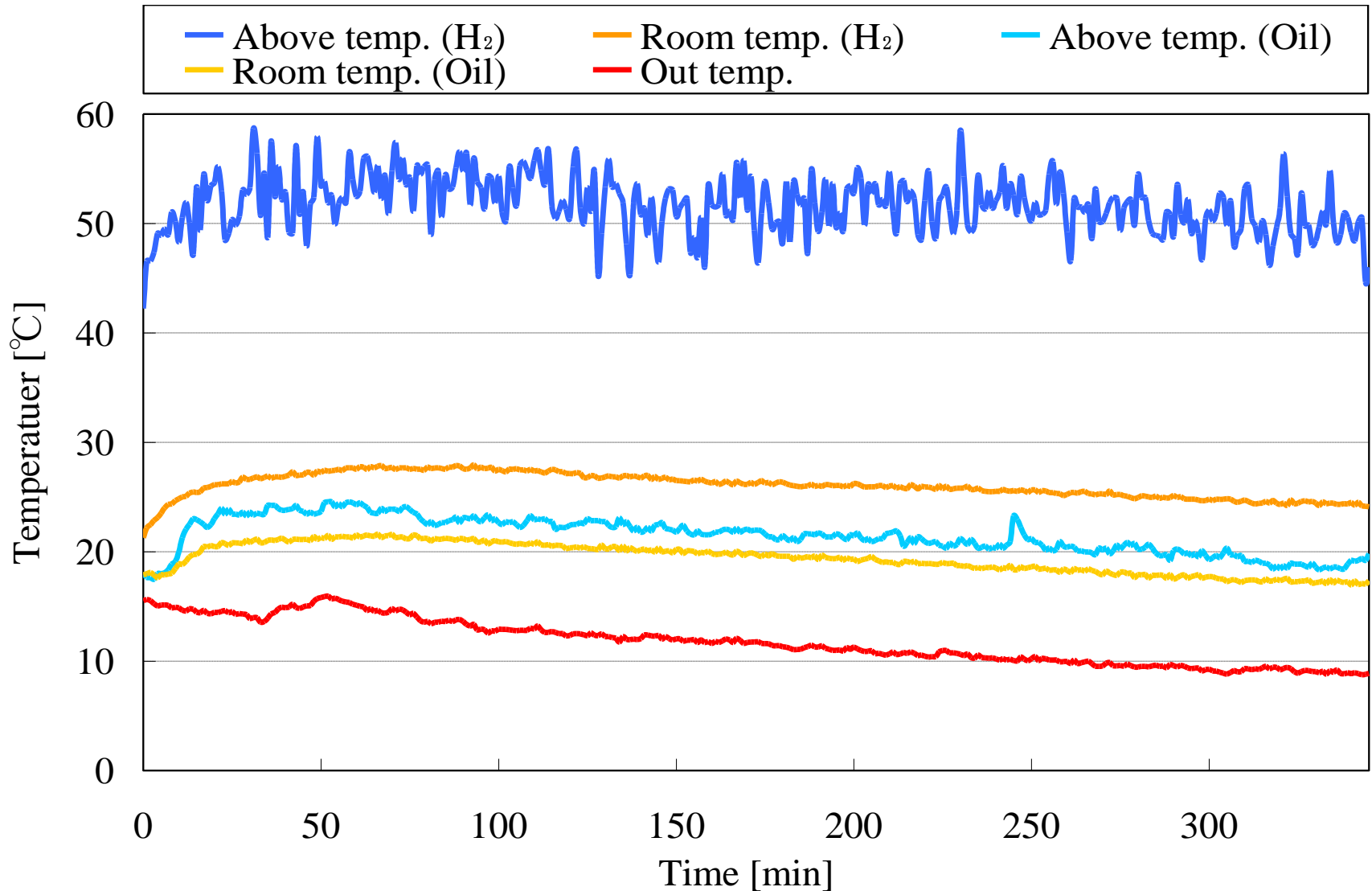
比較稼働実験方法

加温時間	日没後から翌日の 日の入りまで(12時間前後)
水素発生量	10 L/min
酸素発生量	5 L/min

水素発生機制御プログラムおよび装置を用いて夜間に無人で運転する。

- 燃焼器直上付近の温度センサーが70 °C以下になった場合
- 日射量が0.1 W/m²以上になった場合

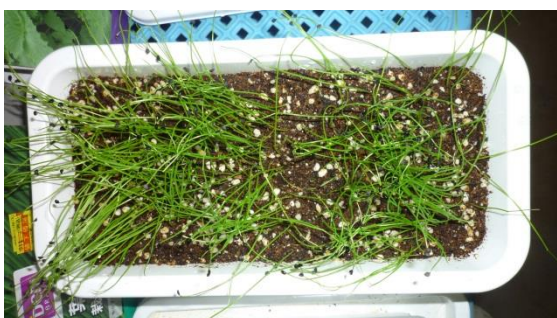
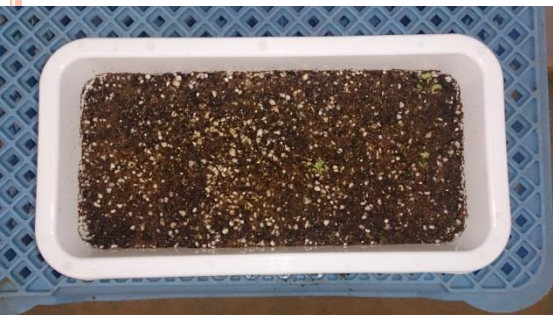
比較稼働実験結果



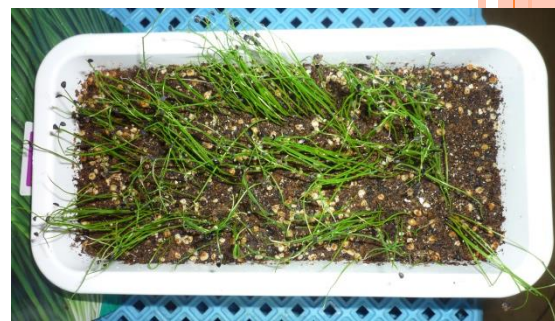
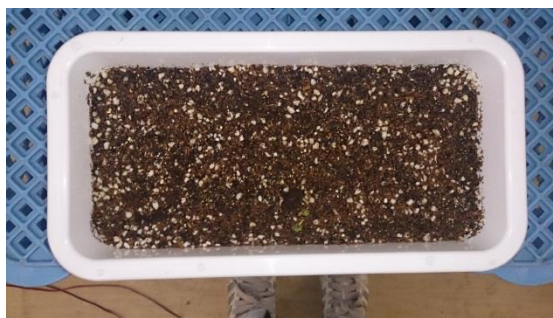
植物への影響



水素加温機棟

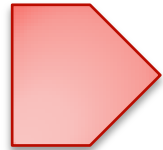


従来型加温機棟



結論

- 従来型加温機と同等以上の加温性
- 排出される水蒸気により加温と同時に加湿も行われる
- 高温の水蒸気を含んだ空気が室内に漂っている



燃焼器の炎だけでなく、排出される水蒸気によって加温されるため、従来型加温機よりも室温が安定している！

室内にファンを取付けるなどして高温過熱蒸気を循環させて上手く利用することでより暖房を効率的に行える！

国産水素発生装置の開発

研究背景

- 近年、水素技術の発展により医療や農業、工業など様々な分野で水素が着目されている。
- 医療・美容分野では飲料水や洗顔水
- 農業分野では加温機と栽培水
- 工業分野では火力発電所の燃焼促進剤

水素が様々な分野で利用されている



水素を作る水素発生装置への注目が集まる



～水素発生装置の問題点～

産業用などの大型水素発生装置



電気分解の効率を上げるため
水酸化カリウムなどを加えた強アルカリ液を用いている



装置から漏れ出すと

強アルカリは劇薬のため、人体や環境に有害である。

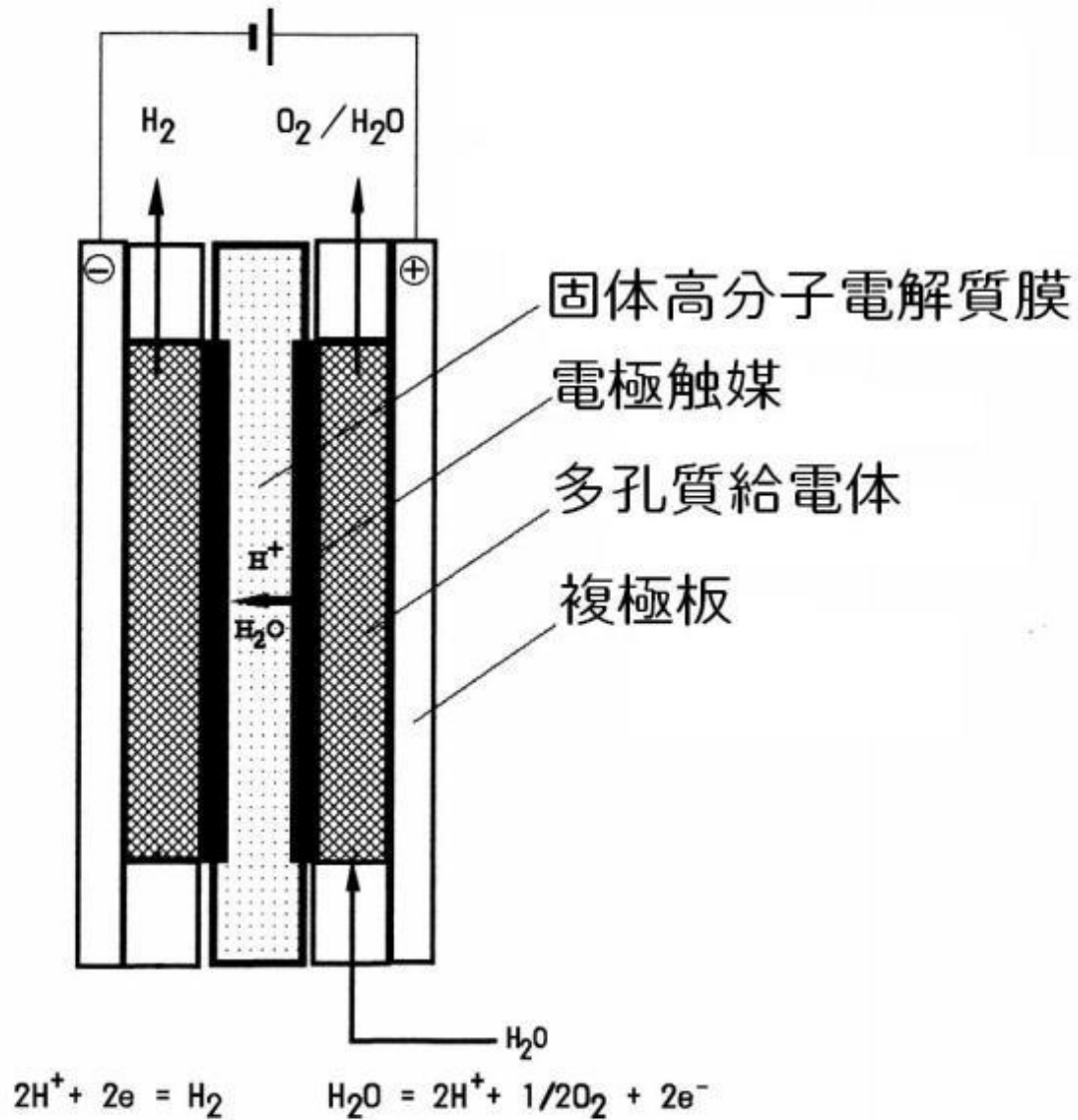
新装置開発のコンセプト

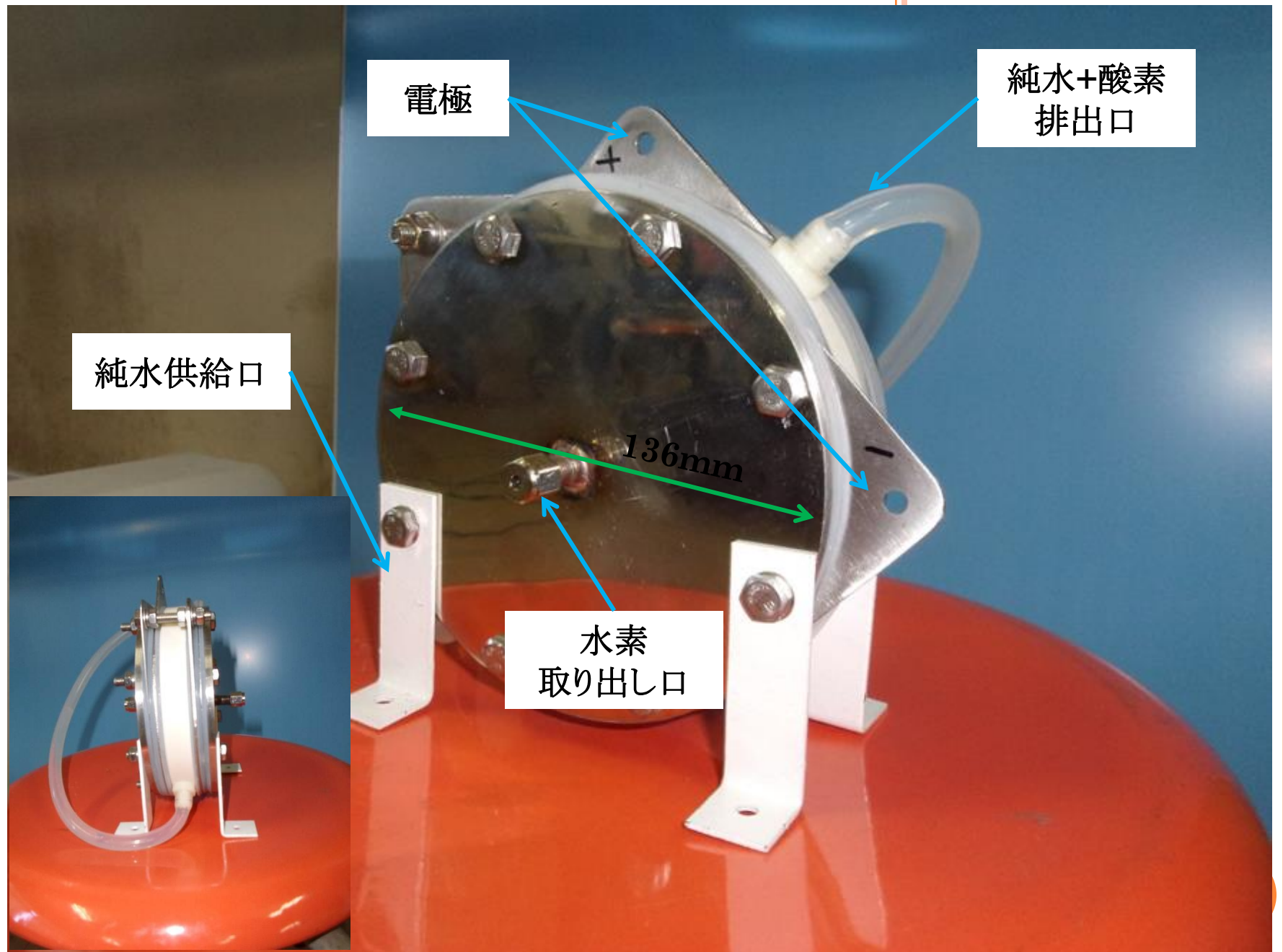
強アルカリを一切使用せず、
水(純水)の電気分解により水素を作り、
一般家庭でも扱い可能なものを目指す。



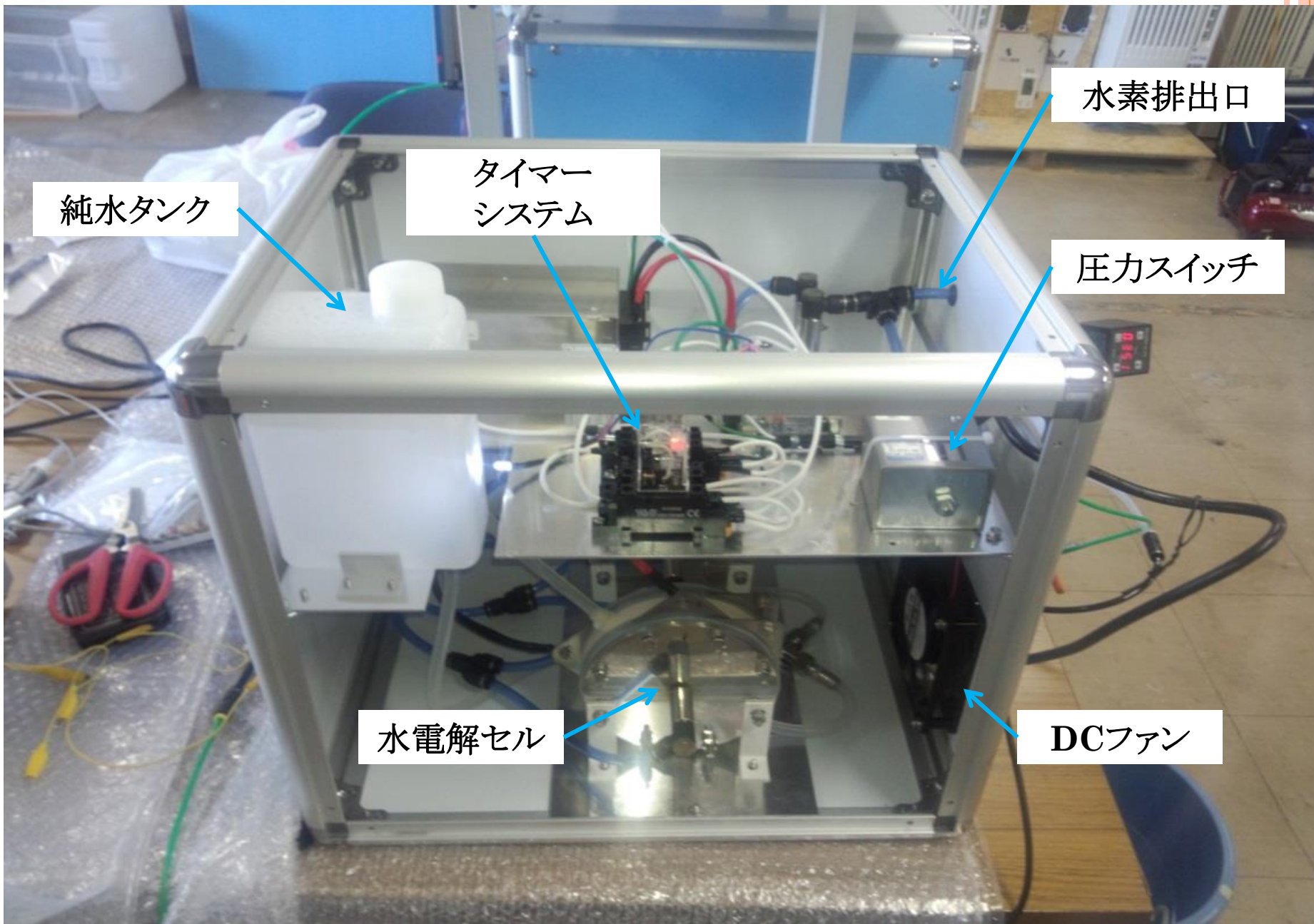
水電気分解セルを用いて海外他社製品と同性能で
安全な小型水素発生装置の開発

PEM水電解の原理





水電解セル



純水タンク

タイマー
システム

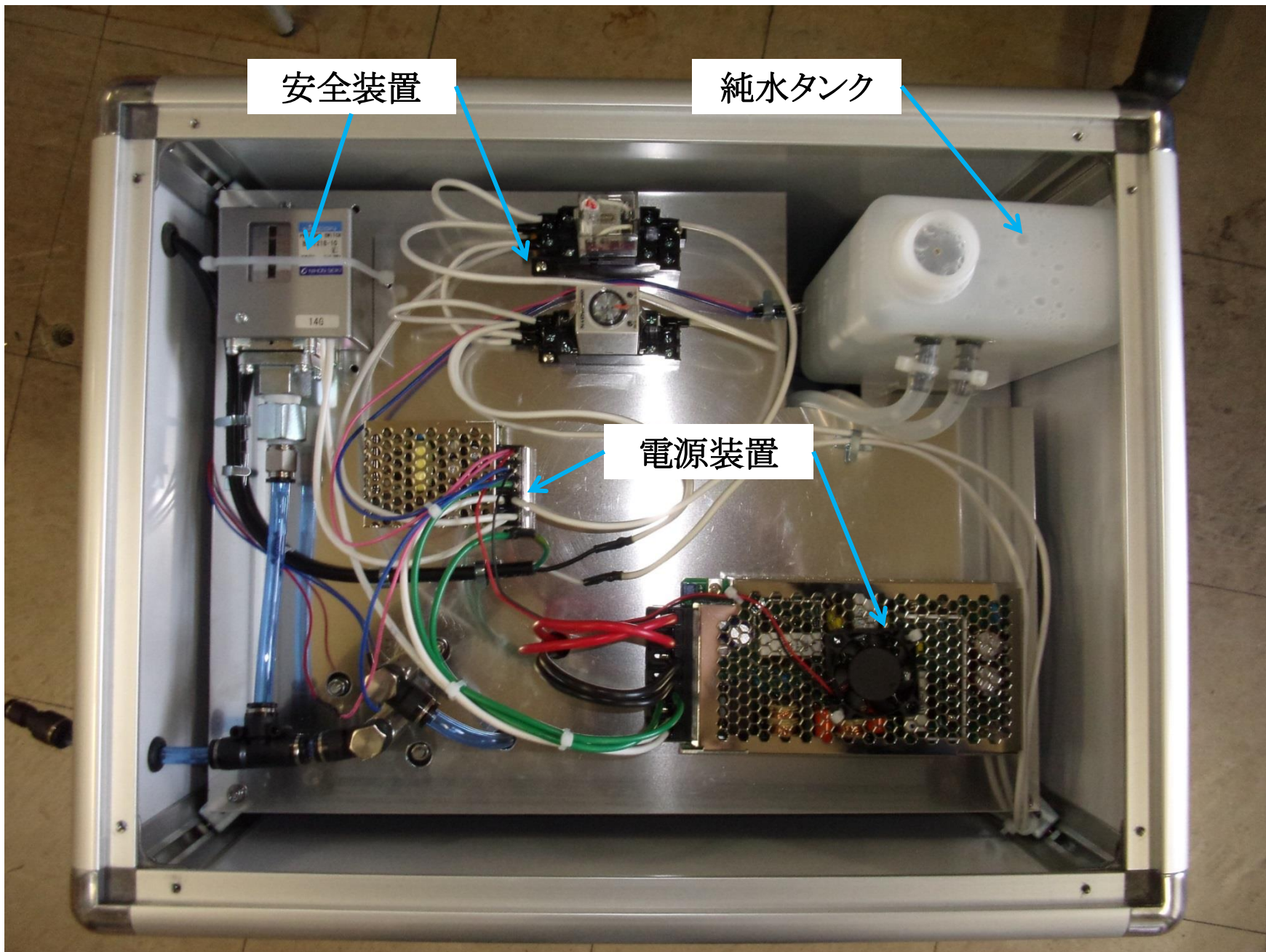
水素排出口

圧力スイッチ

水電解セル

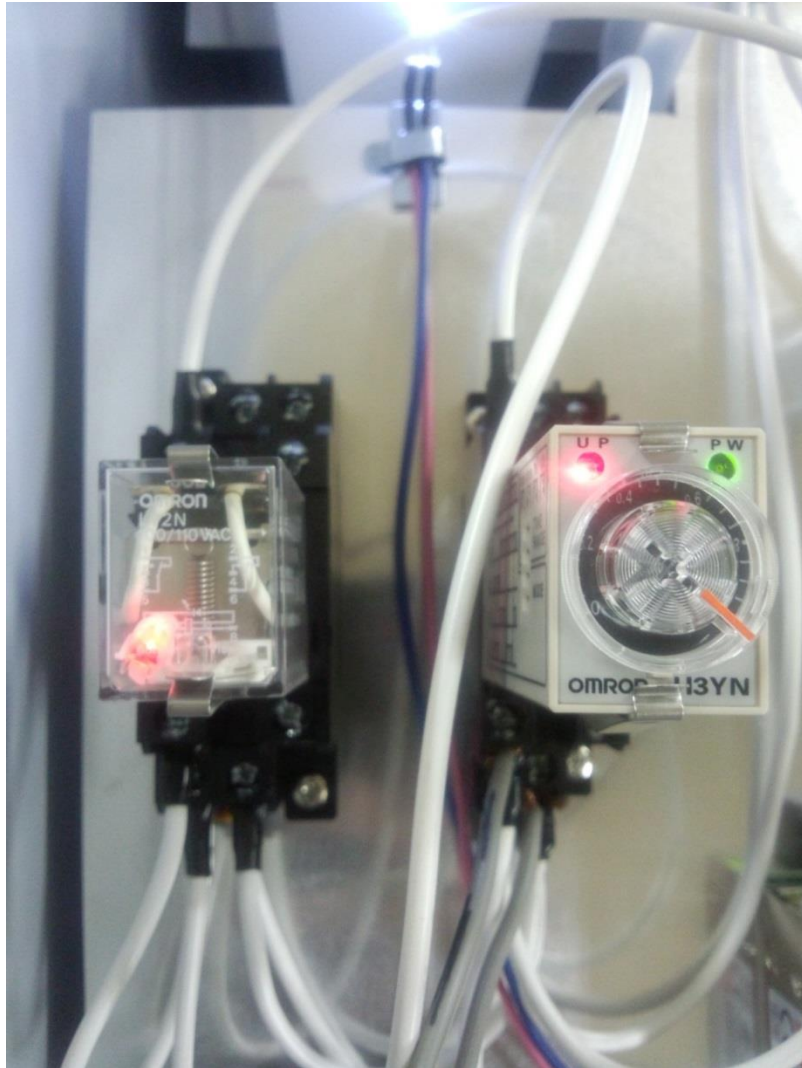
DCファン

配管・配線完了図



上面図

安全装置1 (タイマー)



- パワーリレーとソリッドステートタイマーの組み合わせ
- 一定時間後に電源をシャットダウン
- 0～10hの間で自由に設定可能

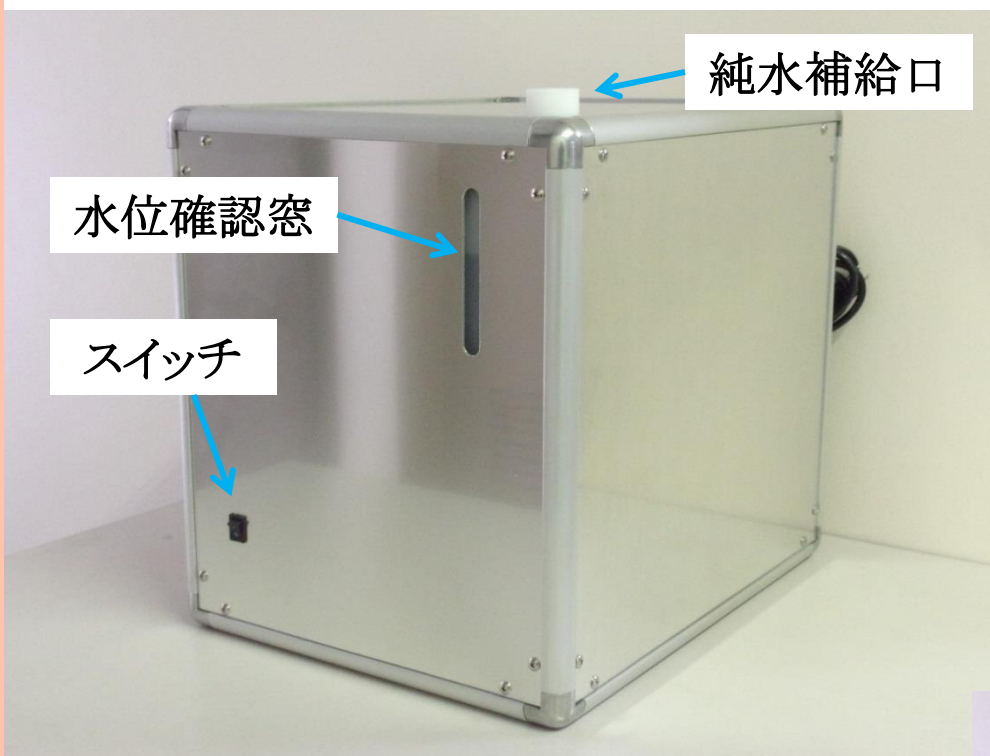


安全装置2(圧力スイッチ)



- 一定圧になると水電解セルへの電源をシャットダウンする
- 0.1～0.8 MPaの間で自由に設定可能

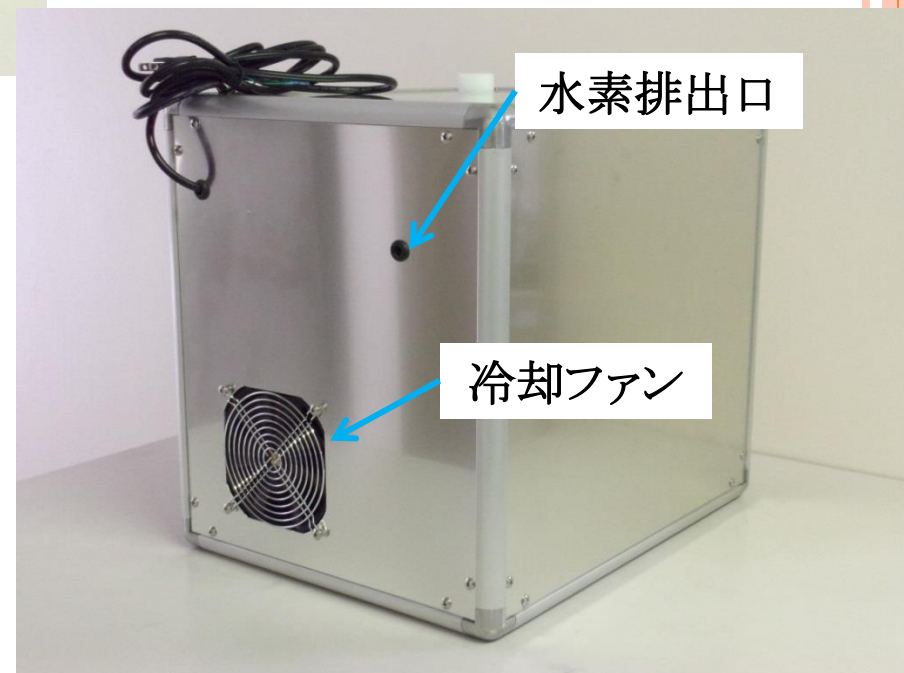




純水補給口

水位確認窓

スイッチ



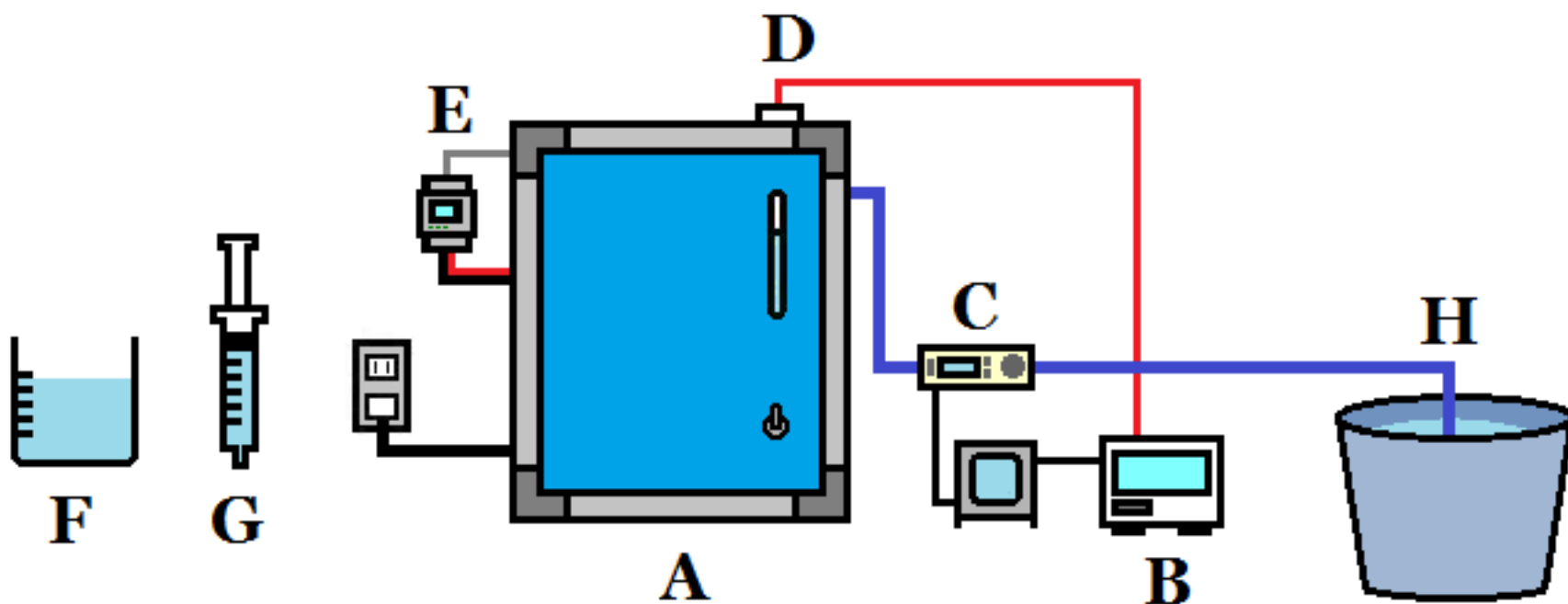
水素排出口

冷却ファン

(上) 完成品正面図

(右) 完成品背面図

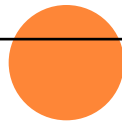
○完成した試作品の性能を試験



A:水素発生装置 B:データロガー C:流量計 D:温度計
E:電力計 F:ビーカー G:シリンジ H:バブリング装置

消費電力および水素発生量測定結果

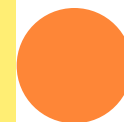
No.	水素平均流量 [ml/min]	消費電力量 [kWh]	ランニングコスト [JPY/3h]
1	459.0	0.42	8.2
2	457.3	0.43	8.4
3	466.0	0.42	8.2
4	433.6	0.42	8.2
5	441.9	0.43	8.4
6	460.2	0.43	8.4
平均	453.0	0.425	8.3



- 他社製品と比較して露点温度を除き、ほぼ同性能であることが確認できた。

	A社	B社	Aqpia-50
水素発生量	450 ml/min	500 ml/min	480 ml/min
水素純度	99.9999 %	99.997 %	99.9 %
露点温度	-70 °C (シリカゲルあり)	-67.5 °C (シリカゲルあり)	15.65 °C (シリカゲルなし)
最大圧力	0.15 MPa	0.45 MPa	0.5 MPa
消費電力	500 W	300 W	140 W

神奈川工科大学工学部初の学生ベンチャー企業
株式会社M&Kテクノロジーの設立



水素ガス発生装置

aqpia

アクビア



水素水を使うと...

水で手軽に作れる水素

野菜の育ちが
違う!

いつでも安全で安価な
良質水素を

飲料に

温泉
お風呂に

野菜の
栽培に

生鮮食品の
保管に

切り花の
保持に

特徴

- メンテナンスフリー
- ガスポンペ不用
- 簡単操作 (スイッチをいれるだけ)
- コンセントと水があれば動く

型番	水素発生量	水素純度	最大圧力	価格(税抜)
AQP-30	300 ml/min	99%	0.3 MPa	400,000 円
AQP-50	500 ml/min	99%	0.3 MPa	600,000 円

*その他の機種につきましてはお問い合わせください。



AQP-50

電源: 100 V、50~60 Hz、消費電力 140 W
寸法: D400 x H350 x W300 mm 重量: 10 kg



水素技術で「未来」と「環境」を考える
株式会社 M&Kテクノロジー
〒192-0046 東京都八王子市明神町2丁目27番6号 文秀ビル7階 2号室
TEL: 042-649-2785 FAX: 042-242-8214

<http://www.mk-tech.co.jp>

水素の燃焼実験と水素水

水素は、空気中の酸素と反応して燃焼。

--->水素が燃焼して排出されるのは・・・ H_2O

水素水の御利益(ごりやく)

○抗酸化作用(体内の活性酸素の除去)

・老化防止 ・健康増進 ・美肌効果

・植物の育成 ・動物(家畜)の飼育 ・魚類の養殖

・葉物野菜の保存 ・キノコ類の栽培促進

水素水の問題点

○価格

○保存が難しい

○偽物が多い

○水素の入手





ありがとうございました。

