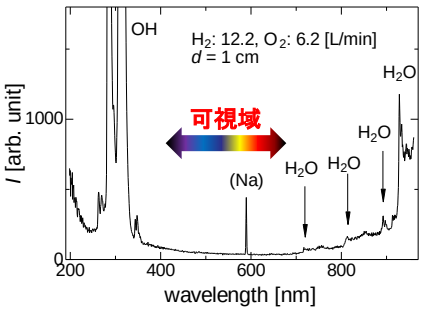
水素予熱炎を用いたガス溶断の自動化に資する可視化技術の開発

愛媛大学　大学院理工学研究科　　教授　向笠　忍

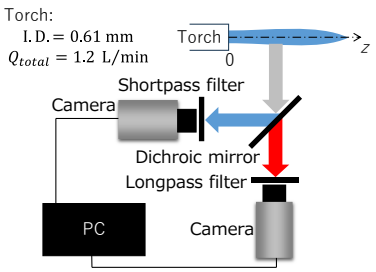
（研究概要）自動ガス溶断装置に組込むための水素予熱炎の可視化技術の開発を目的として，波長によって分割した火炎像を取得するとともに，鋼板面への火炎照射時における現象解明のための，火炎と鋼板面での温度測定を行った

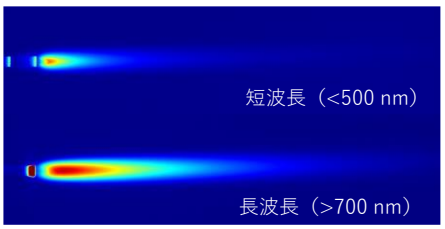
- 水素予熱炎のスペクトルは紫外域の**OH**と，赤外域の**H_2O**の発光からなる
- 発光の裾野（広がり）は可視域に及ぶため，目視で発光を確認できる
- 可視域において，OHの広がりは短波長側，H_2Oの広がりは長波長側に影響を及ぼす
- OHとH_2Oの分布から，火炎内における反応予測が可能



Reaction	elementary reaction	ΔH_0 [kJ/mol]
initiation	$H_2 + O_2 \rightarrow H + HO_2$	220
	$H_2 + O_2 \rightarrow OH + OH$	78
propagation	$H + O_2 \rightarrow OH + O$	70
	$O + H_2 \rightarrow OH + H$	8
	$OH + H_2 \rightarrow H_2O + H$	−63
	$H + O_2 + M \rightarrow HO_2 + M$	−215
termination	$H + H + M \rightarrow H_2 + M$	−436
	$H + OH + M \rightarrow H_2O + M$	−499
	$O + O + M \rightarrow O_2 + M$	−498
	$OH + OH + M \rightarrow H_2O_2 + M$	−214

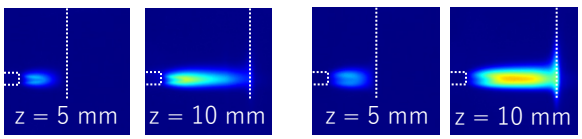
- 水の電気分解による水素・酸素混合気体を円管トーチから放出し，水素火炎を形成した
- 水素火炎像を，ダイクロイックミラー（600 nm）で短波長像と長波長像に分割した
- 500 nmのショートパスフィルターを通した短波長像と，700 nmのロングパスフィルターを通した長波長像を同時に取得した



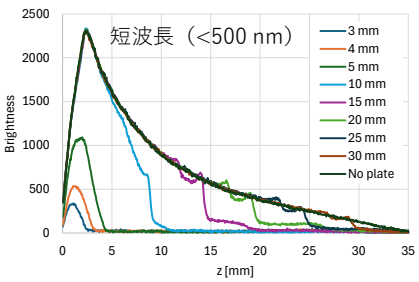


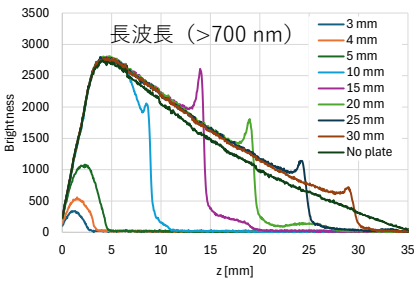
- 短波長像はトーチ近くで，長波長像はそれより1～2 mm離れたところで輝度が最大になった

- 水素火炎を鋼平板面に垂直に当てた
- トーチ・鋼板間距離（z）を変えたときの火炎軸上の輝度分布を測定した



短波長（<500 nm）　　長波長（>700 nm）

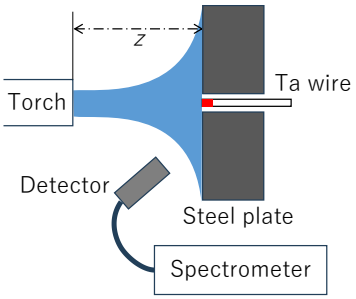


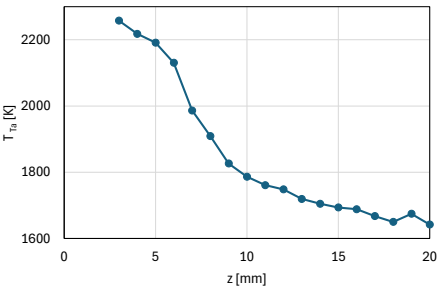


- 短波長，長波長いずれもz = 5 mm以下で輝度は全体的に下がった
- 短波長，長波長いずれもピーク位置を超えると（z = 10 mm以上），輝度分布は鋼板近傍を除いてほぼ同じになった

- 鋼板の貫通穴に，線先端と鋼板面が面一となるまでタンタル線（0.7 mm）を挿入，分光器でタンタル線の発光スペクトルを測定した
- 発光スペクトルをプランクの公式との最小二乗法フィッティングを行い，タンタル線温度を求めた

$$I(\lambda, T) = \frac{C_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1}$$





- トーチ・鋼板間距離が6～9 mm辺りで温度が急激に減少した　→ 未燃ガスと鋼板との間で何らかの相互作用が起きている

（研究結果）水素火炎を短波長と長波長に分割することで，火炎内における反応の予測が可能であることが示された．鋼板表面に当てたときの，水素火炎の輝度変化や鋼板面での温度変化を測定できた．

本研究は、大学発起業化シーズ育成支援補助事業により実施しました。