

## 水中利用のための酸素濃度分布センサーの開発

尾崎 達哉、坂上 博隆、飯島 由美  
宇宙航空研究開発機構

JAXA 流体グループでは、10 数年にわたって感圧塗料(Pressure-Sensitive Paint: PSP)の計測技術を発展させてきた。本研究では、これまで蓄積した PSP 計測技術のノウハウを利用して、新領域への適用を模索し、水中での酸素濃度計に適用可能か調べた。PSP の中で、高速応答性を有する陽極酸化皮膜型感圧コーティング(Anodized Aluminum Pressure Sensitive Paint: AA-PSP)に着目した。一般に使用されている酸素濃度計と AA-PSP の比較を図 1 に示す。

水中での AA-PSP の適用を可能にするには、色素が水に溶けないことが条件となる。Bathophen ruthenium が AA-PSP の色素として広く用いられているが、図 2 はこの色素と今回使用した AA-PSP の色素との比較である。今回使用した色素は PtTFPP (platinum(II) meso-tetra (pentafluorophenyl) porphine)である。Bathophen ruthenium は水に溶けているが、PtTFPP は水に溶けないことがわかる。

図 3 に AA-PSP の特性評価試験を示す。特性評価は時間変化、酸素感度、温度依存性について行った。それぞれの結果を図 4～図 6 に示す。時間変化は計測開始日 0 日と比べ、10 日間で 35%発光量は減少した。酸素感度は 0 日目が 0.46 に対し、8 日目は 0.30 と同じく感度が減少した。また、温度依存性は 20～40°Cで -2.6%/°Cであることがわかった。今後は光劣化についても評価し、異なる色素についても同様の評価試験を行う予定である。

非定常計測として、低酸素濃度下(3mg/l)に高酸素濃度(20mg/l)の水を噴射する様子を、高速カメラを用いて行った。図 7 に実験装置および実験結果を示す。カメラはフレームレート 100Hz で計測した。図 7 はその中から 0.2 秒間隔で計測画像を表示している。図 8 は図 7 で撮影した画像(1.0～1.2s)を 0.01 秒間隔で示している。0.01 秒間隔で高酸素濃度の水が低酸素濃度の水と混ざりあう現象が確認できる。このことから水中でも AA-PSP は、少なくとも 100Hz(0.01 秒)の高速応答性を示すことがわかった。今後は数値的に評価していく予定である。

### 参考文献

Development of Global Oxygen Sensor for Water Application; H. Sakaue, T. Ozaki, Y. Sato, Y. Iijima, ISFV, 151, 2008.

医療計測を目指した陽極酸化皮膜型感圧コーティングの水中試験;佐藤、坂上、飯島、望月、第 3 回学際領域における分子イメージングフォーラム、2007

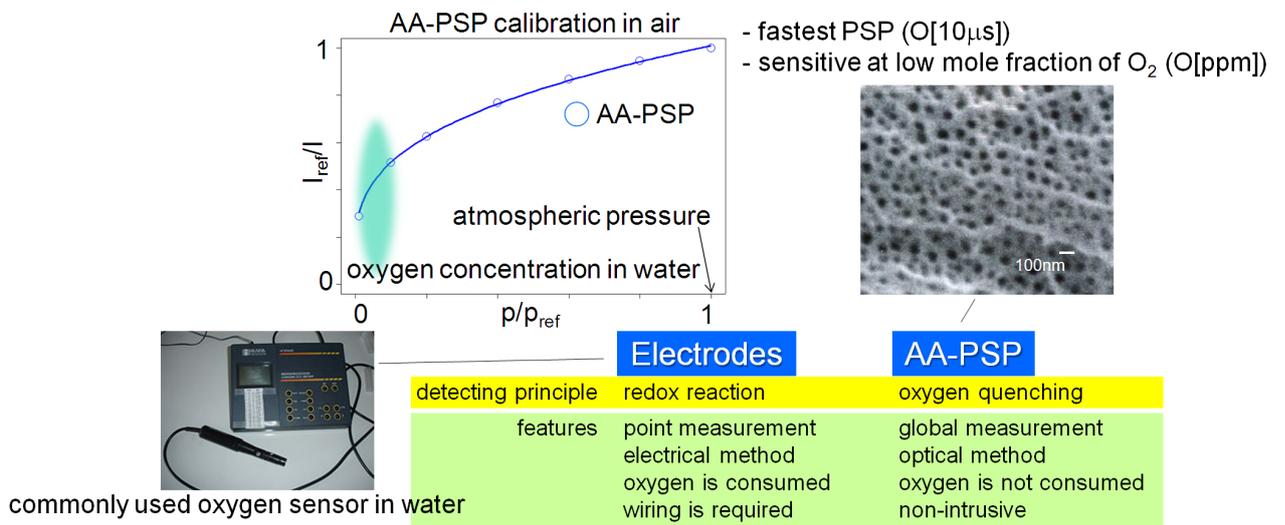


図 1: AA-PSP as a Global Oxygen Sensor

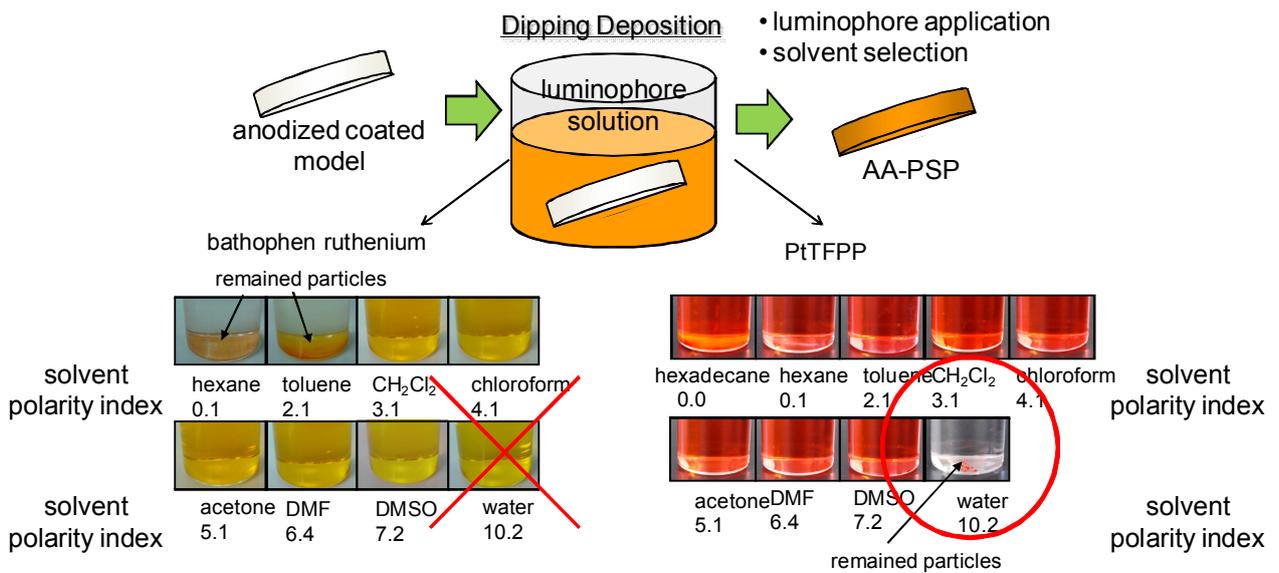


図 2: Luminophore Test

(一般的に使われている ruthenium と違い、PtTFPP は水には全く溶けない様子がわかる)

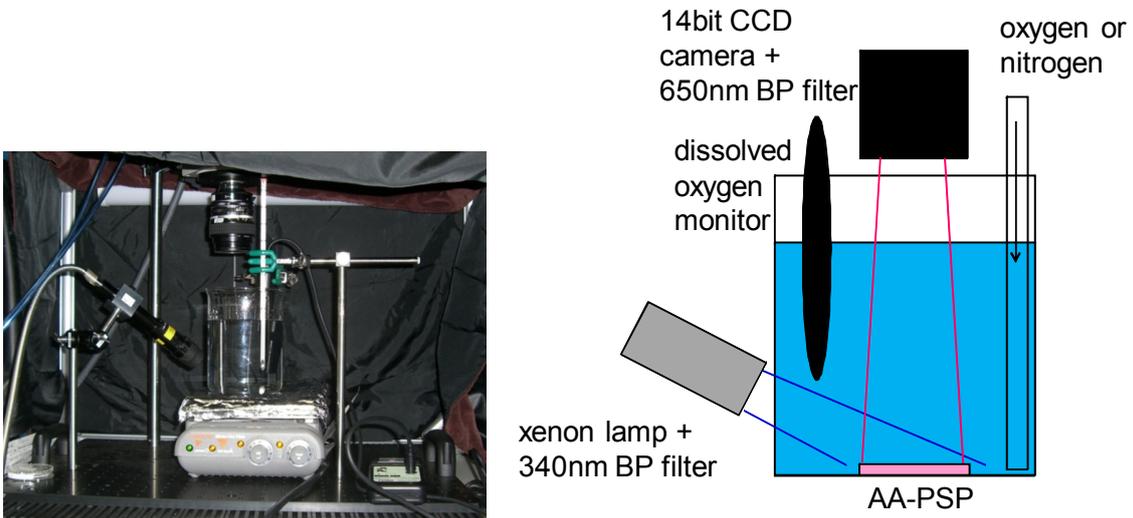


図 3: Calibration Setup

(カメラは画像計測用カメラ(浜松ホトニクス社製、C4742-98-24ERW)、

カメラのバンドパスフィルタは  $650 \pm 20 \text{nm}$ 、キセノンランプのバンドパスフィルタは  $340 \pm 50 \text{nm}$ 、溶存酸素濃度計はポーラログラフ式(Fuso 社製、DO-5509)を用いた)

$$\text{luminescence change (\%)} = \frac{I - I_{0\text{day}}}{I_{0\text{day}}} \times 100$$

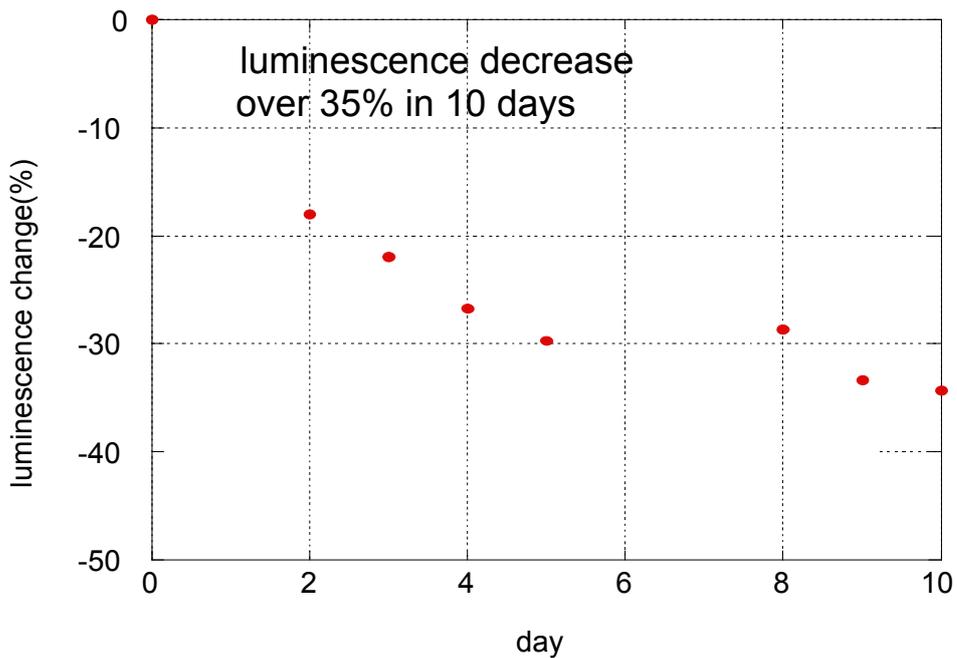


図 4: Luminescent Signal over Time

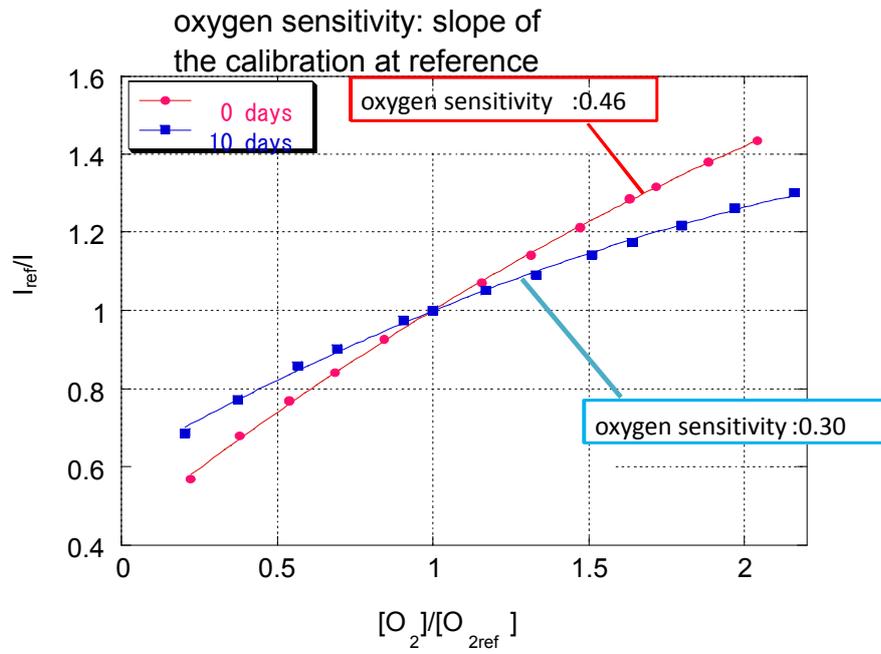


图 5: Oxygen Sensitivity

temperature dependency: slope of the calibration at reference

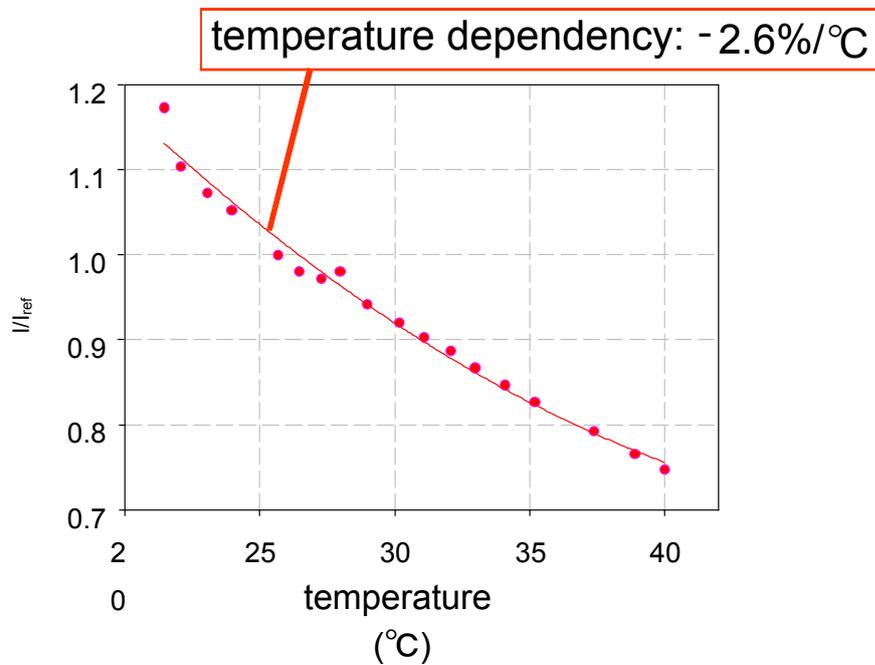


图 6: Temperature Dependency

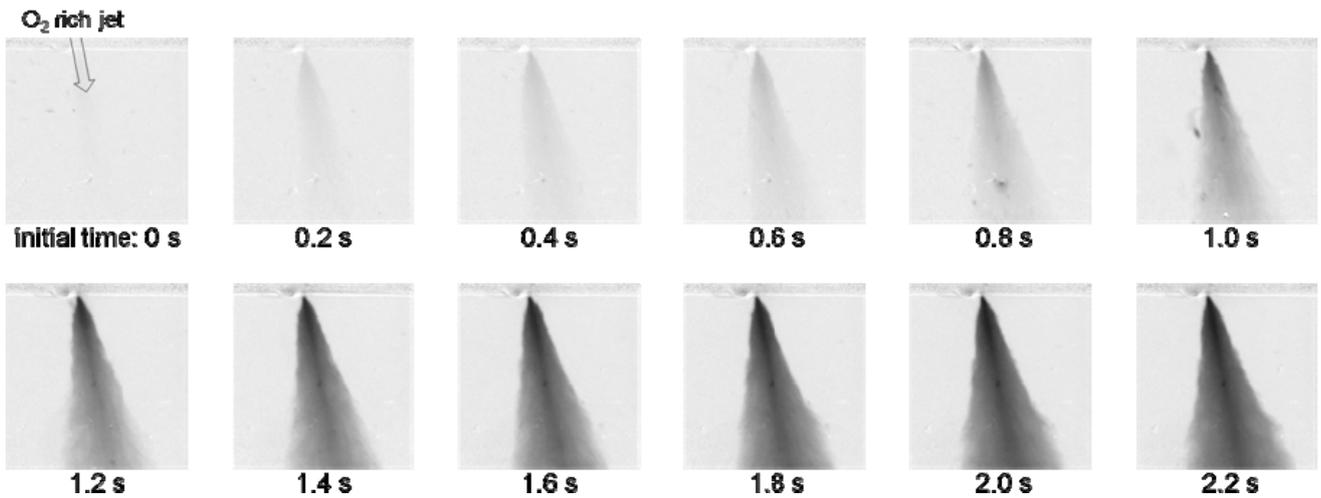
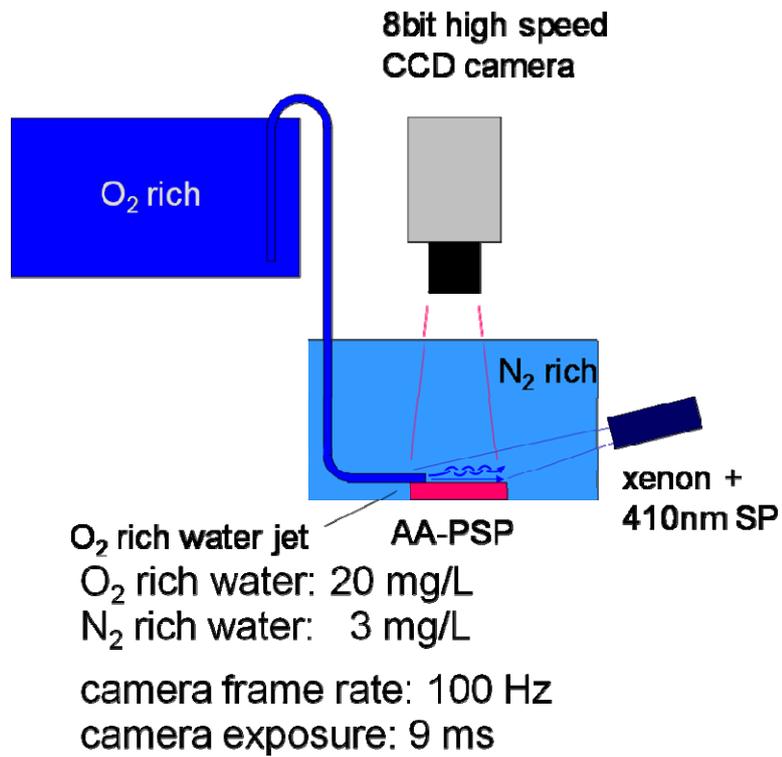


図 7: Global Oxygen Visualization under Water

(O<sub>2</sub> rich water が N<sub>2</sub> rich water に交じり、酸素濃度が低い部分の発光量が小さくなり、暗くなっている様子がわかる)

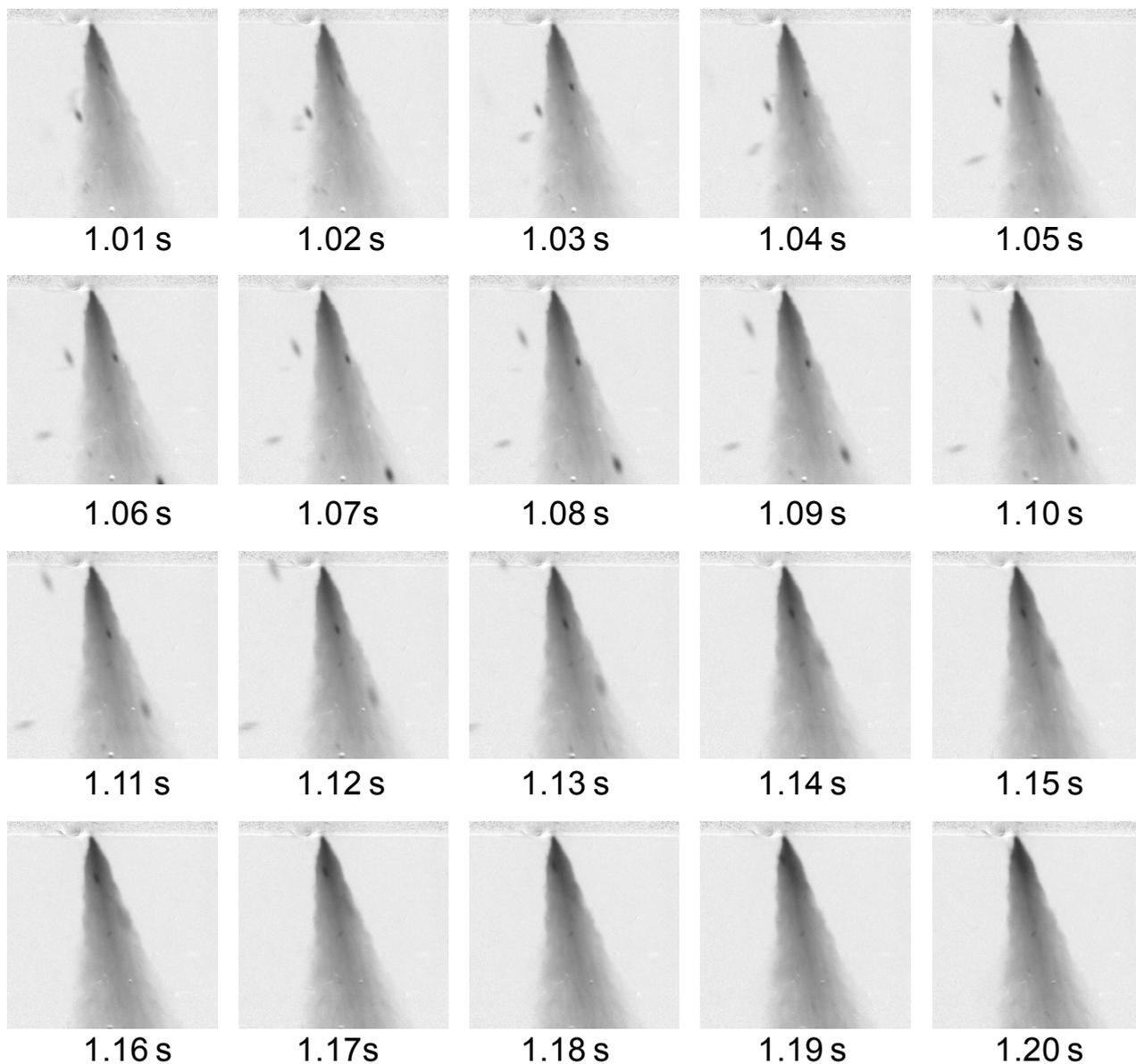


図 8: Global Oxygen Visualization under water(1.0~1.2s)  
(0.01 秒間隔でも AA-PSP が酸素に反応している様子がわかる)