

在宅用小型人工呼吸装置の開発

○本間達 張曉林 若松秀俊

(東京医科歯科大学 医学部 保健衛生学科)

目 的

- 医師不在の緊急時における生命維持装置として使用可能な緊急補助呼吸システムの構成と性能の検討
- 構成した緊急補助呼吸システムを遠隔医療に応用した双方向通信操作による在宅救急支援システムの構築

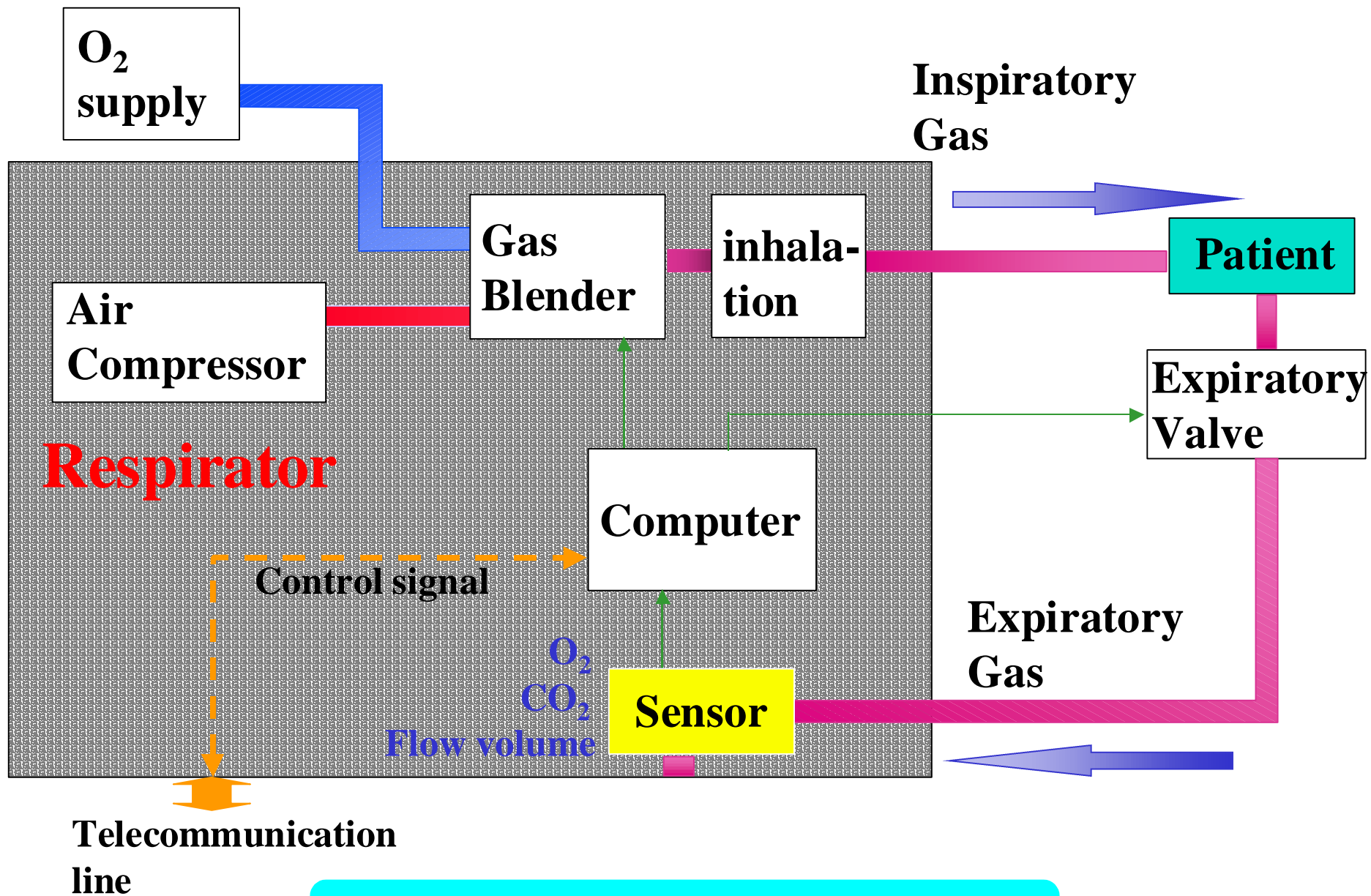


Fig.1 Outline of Respirator

Fig.1の説明

- 人工呼吸装置が送り出したガスを患者は呼吸し
患者が吐き出したガスは人工呼吸装置の中に戻
され，自動制御のために呼気ガスから患者の生
理状態をモニタリングする
- モニタリングされたデータは内蔵されたコンピ
ュータによって解析され，患者の状態を判定し
呼吸のタイミングや，送出するガスの濃度・流
量を決定する
- 外部からの制御信号などにより，あらかじめ処
方された薬剤を混合する

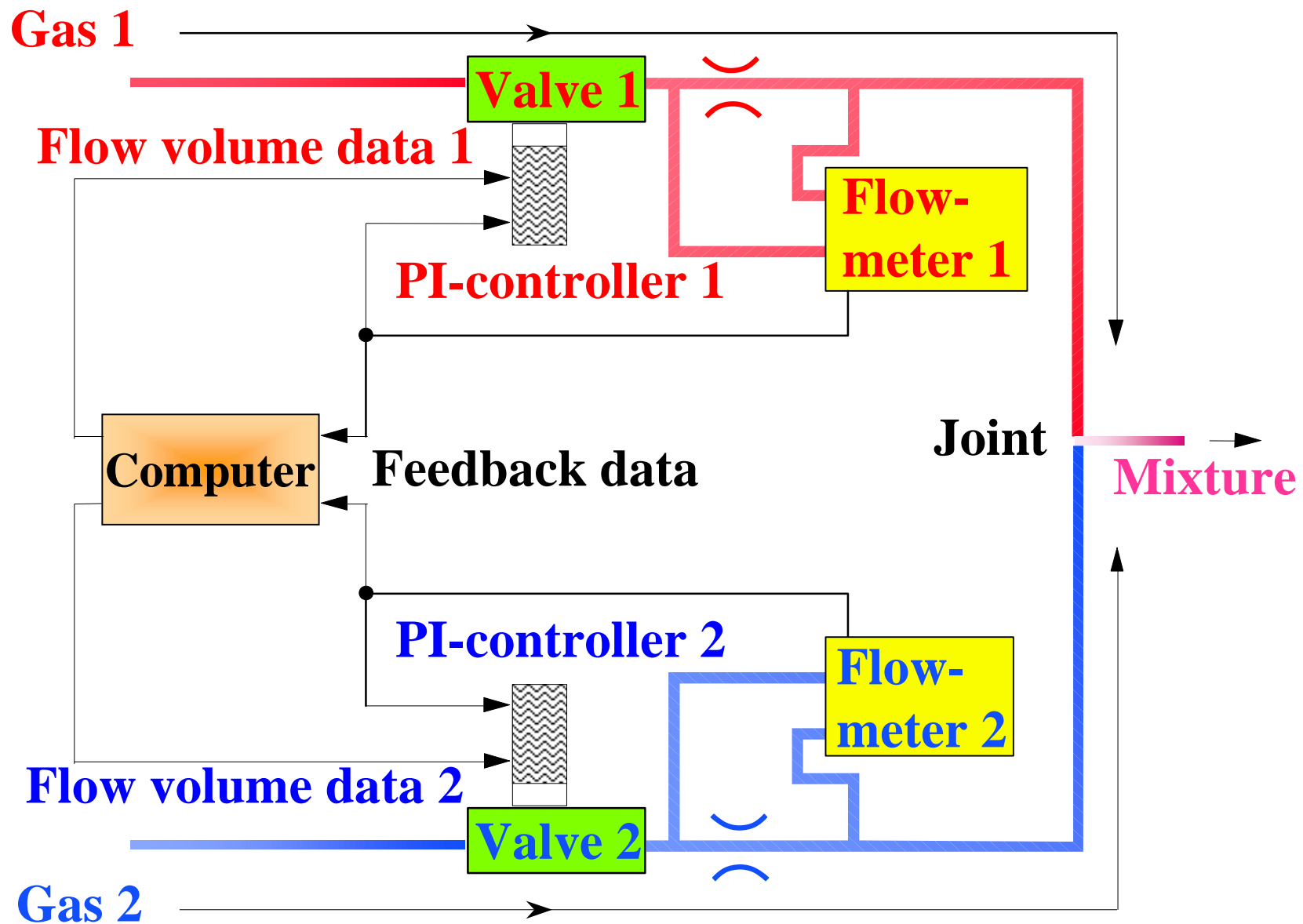


Fig.2 Outline of Gas Blender

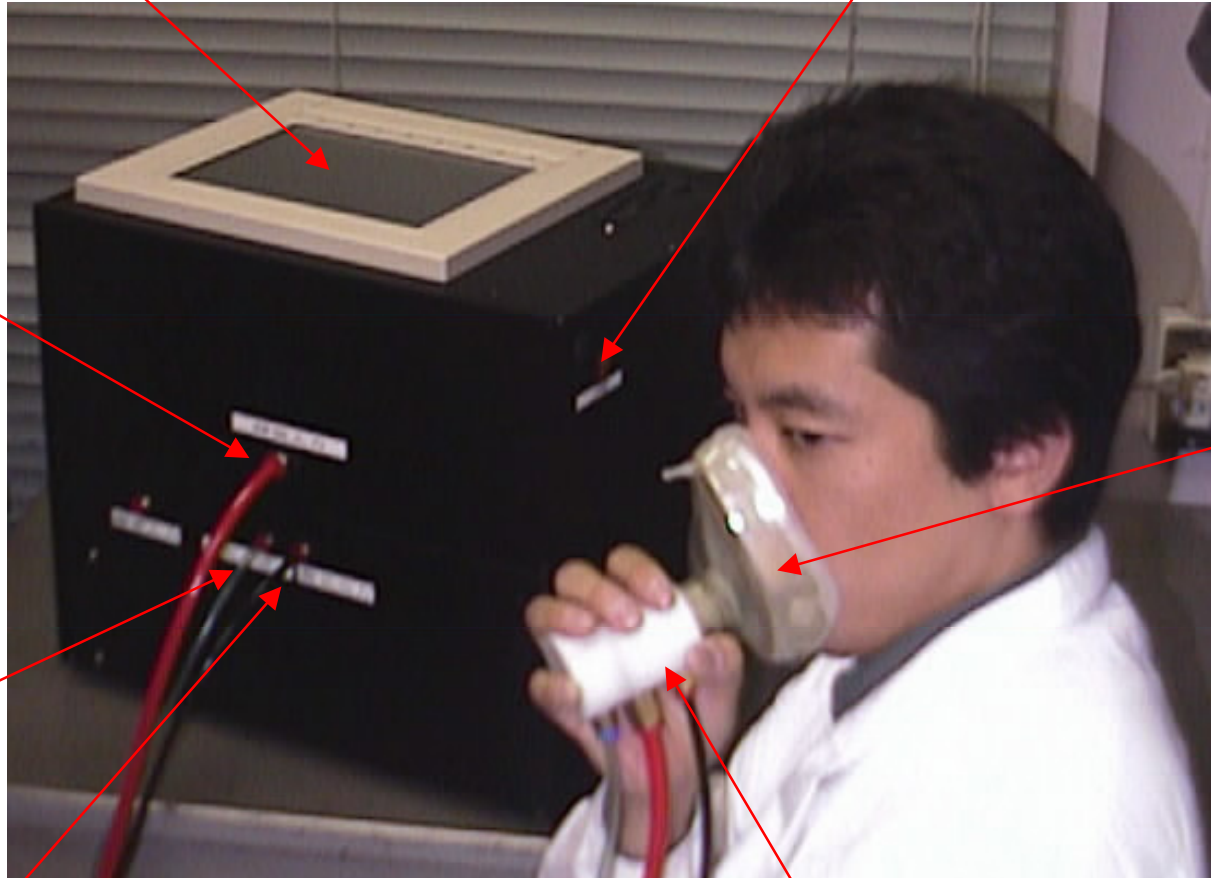
Fig.2の説明

- 人工呼吸装置の要であるブレンダーは任意の2種類のガスを任意の割合で混合して、任意の流量・濃度に調節する
- それぞれのガスに対応する電磁バルブによってガスの流量が制御される。同時に、接続した流量計により、流量データが測定され、電磁バルブ制御用PI-コントローラにフィードバックされる
- 内蔵されたコンピュータにも流量データがフィードバックされ、常にガスの流量・濃度を監視する

Display

Main Switch

*Expiratory
gas:Input*



Mask

*Air for
controlling valve*

*Inspiratory
gas:Output*

Respiratory Adapter

Fig.3 Subject with developed respirator

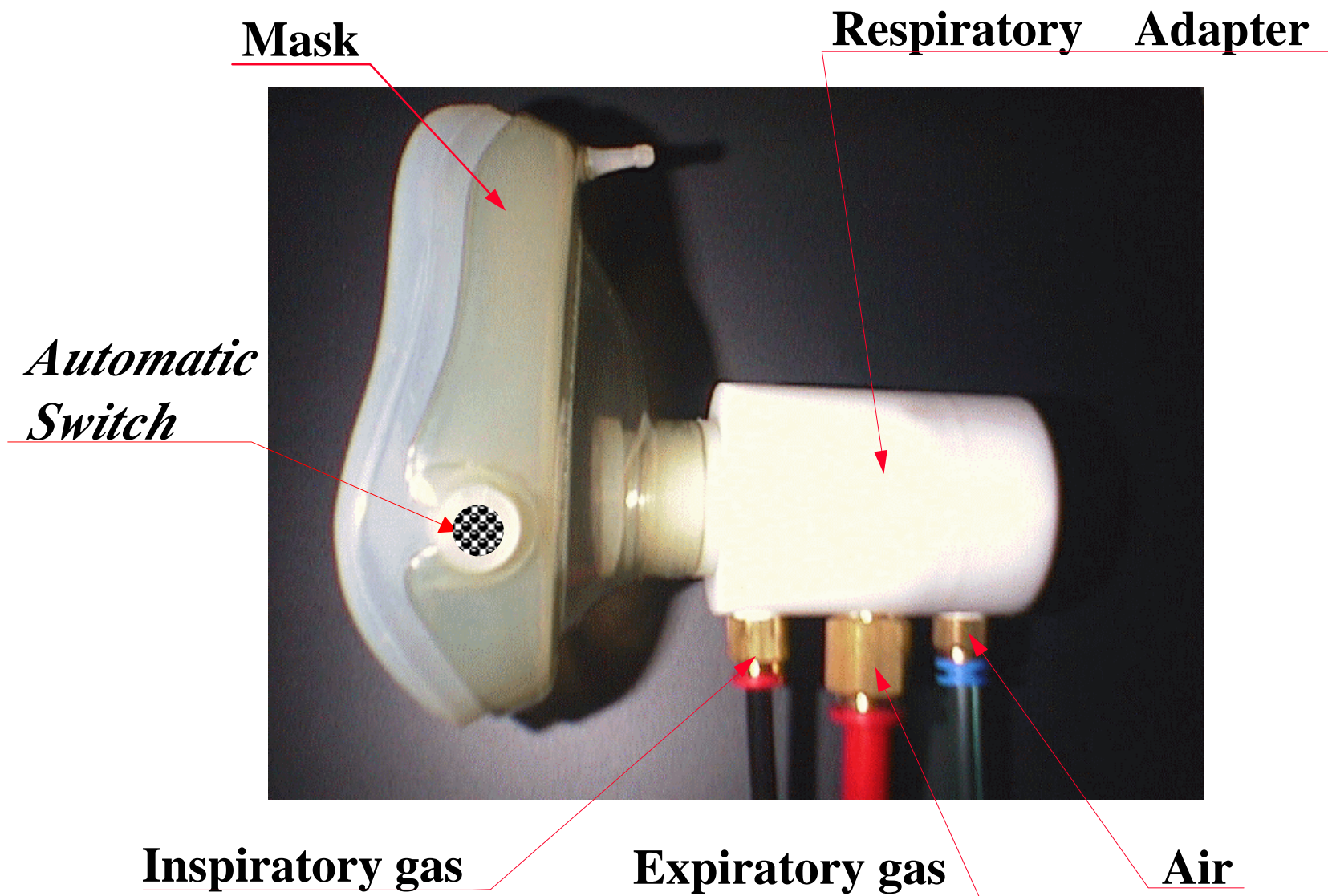


Fig.4 Mask with developed respiratory adapter

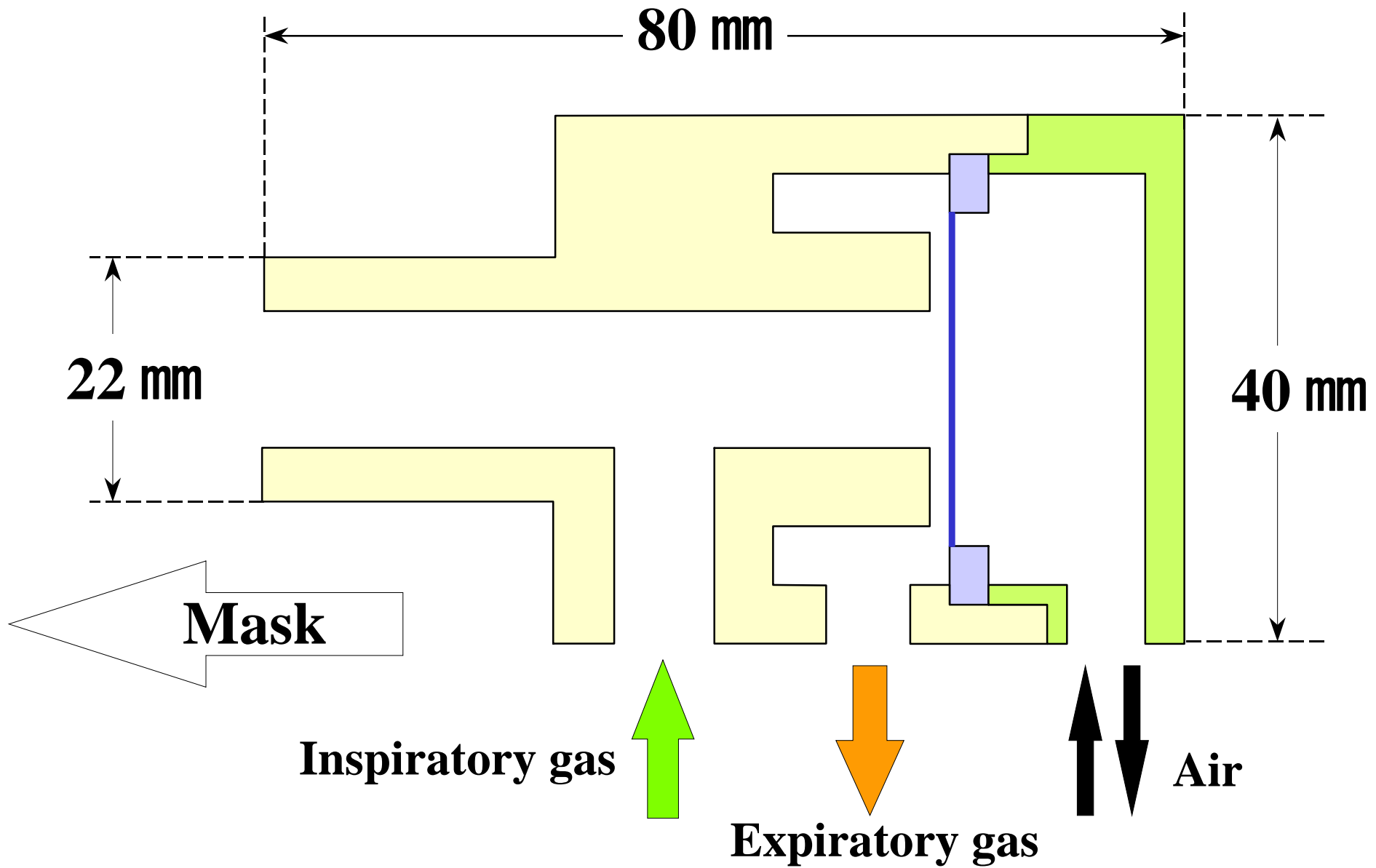
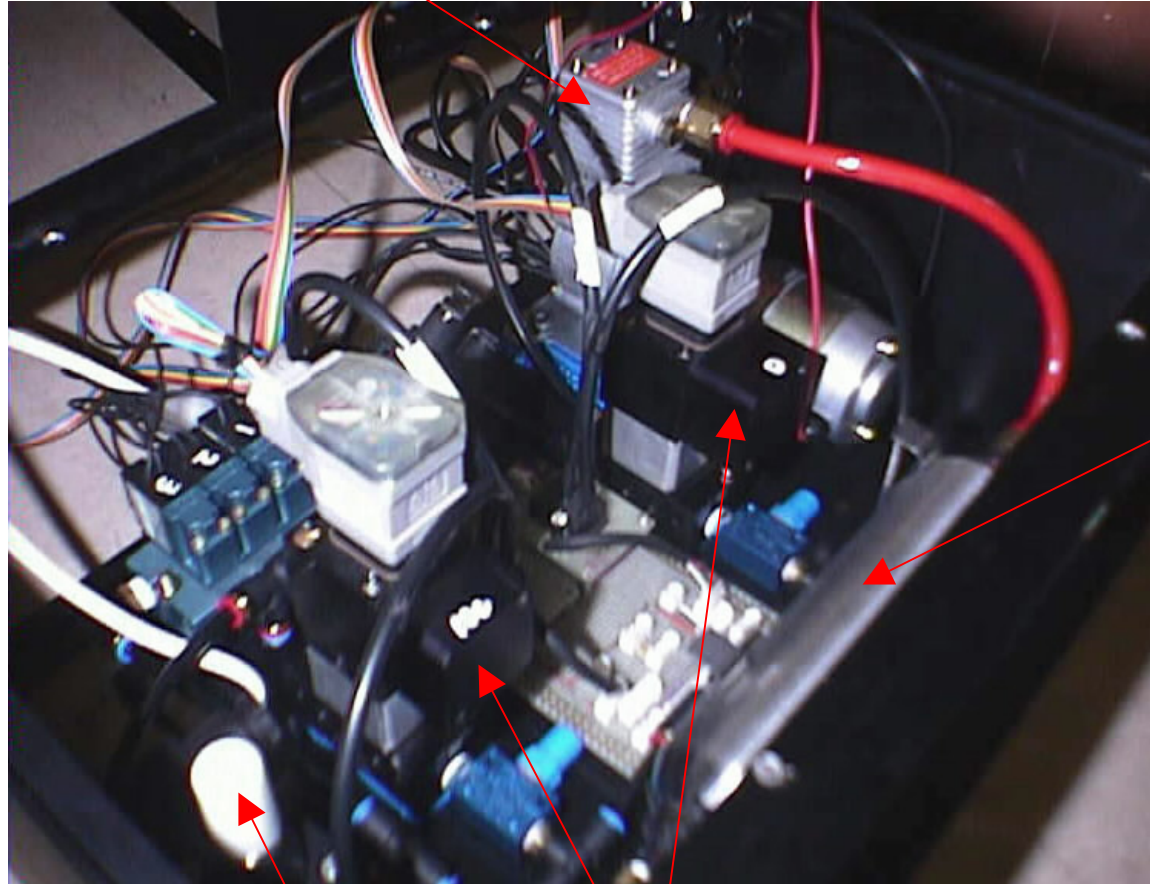


Fig.5 Respiratory Adapter

Air compressor



Air tank

Pressure-switch

Valve

Fig.6 Inner view of respirator

Fig.3は開発した実験機を試用しているところである。流量・濃度・呼吸のタイミングなどのパラメータを決定する必要はない。

Fig.4～5は市販のマスクに装着するために開発したアダプターである。呼気弁が内蔵されており，呼気相と吸気相の切替えが可能である。

Fig.6は開発した呼吸装置の内部構造である。コンプレッサや電磁バルブの配置されている様子がわかる。

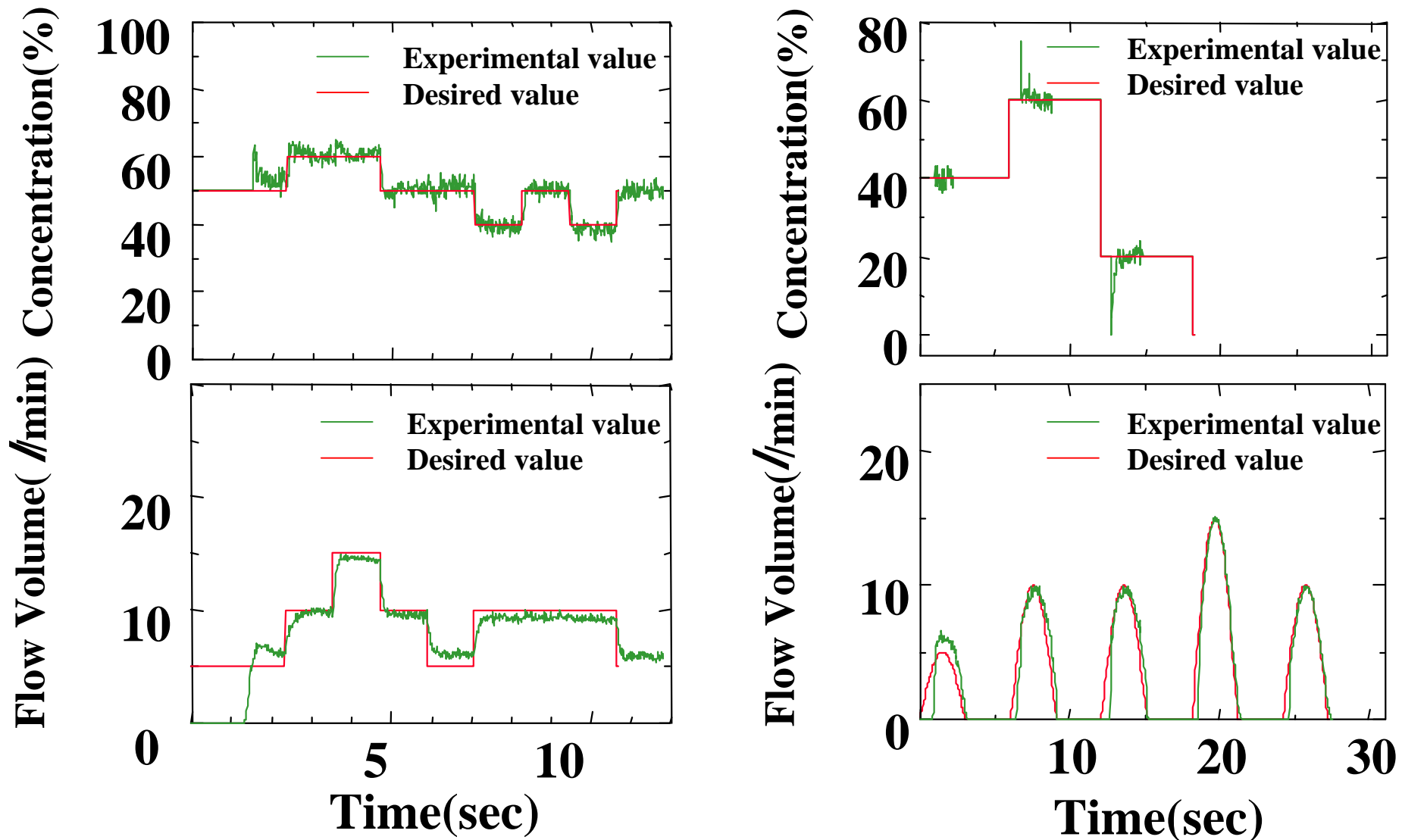


Fig.7 Response of oxygen concentration and total flow volume

Fig.7の説明

- 開発した人工呼吸装置の応答特性を確認するために行った実験データである。
- 左側のグラフは濃度と流量の**設定値**をステップ状に入力した場合の**応答**である。いずれの場合も**0.1sec**以内に収束しており、高速な応答特性が確認できる。
- 右側のグラフは任意の濃度で流量の**設定値**を正弦波で入力した場合の**応答**である。**0.02sec**ごとの**設定値**の変化に追従していることが確認できる

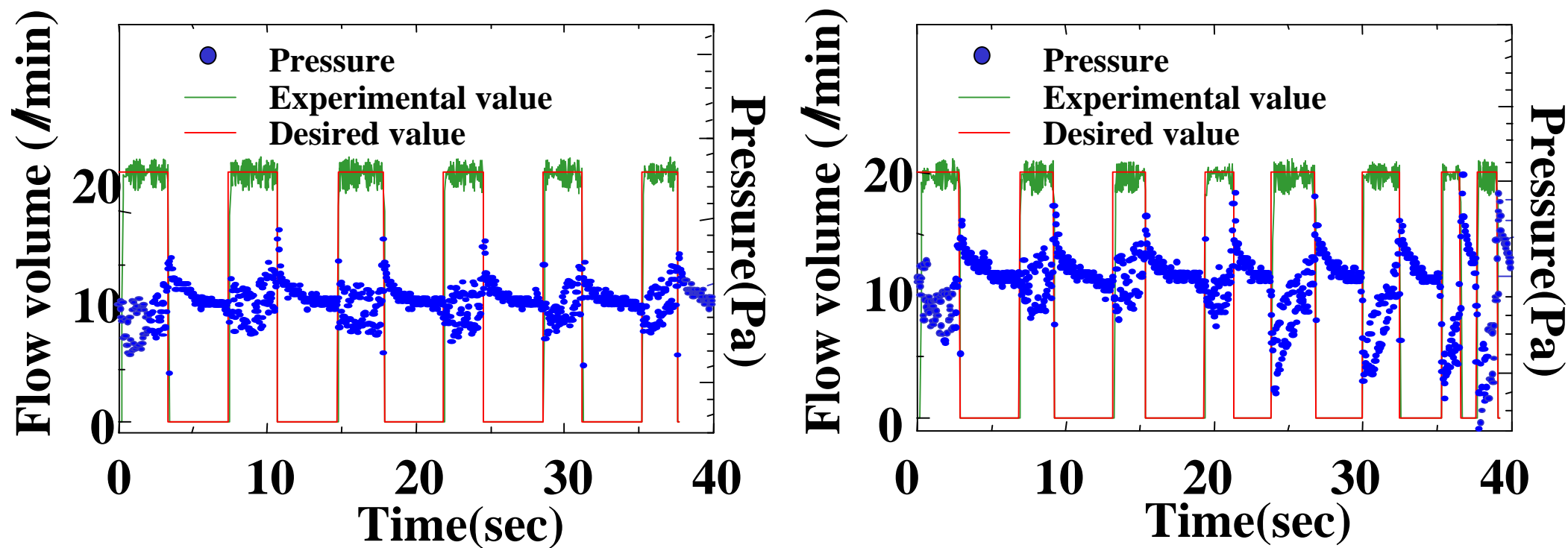
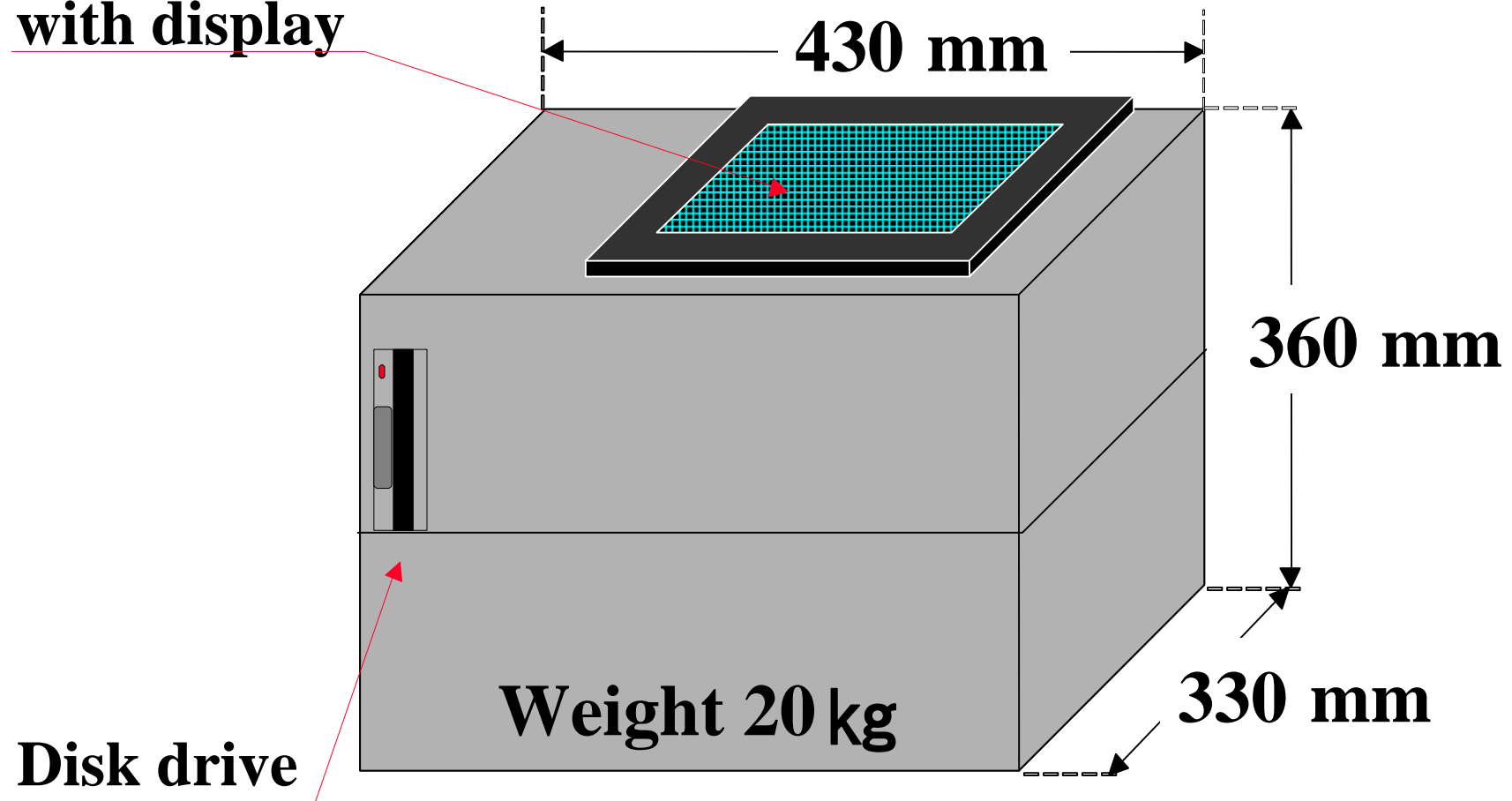


Fig.8 Response of respirator on assisted respiration under the condition of Oxygen concentration 21%.

Fig.8の説明

- 開発した人工呼吸装置での補助呼吸モードの実験データである。●は圧力のデータ，実線は設定値，破線は人工呼吸装置の応答の様子である。
- 患者の呼吸状態を圧力データから検出して，呼気相と吸気相を切替えている。
- 被験者が異なる場合でも呼吸のリズムに本装置が同期して動作してる様子が観察できる。

**Computer
with display**



Disk drive

Fig.9 Illustration of respirator

	在宅用	臨床・麻酔用	開発した機体
給気機構	ピストン シリンダ	コンプレッサ	コンプレッサ
大きさ	310 × 230 × 315	510 × 620 × 1070	430 × 330 × 360
重量	10kg (一例)	100kg (一例)	20kg
換気方式	2 ~ 3 種類	6 ~ 10種類	多数
補助換気	×	○	○

Table 1 Comparison of the developed respirator with the conventional respirators

Fig.9は開発した人工呼吸装置の諸元である。
在宅用のものと同程度にまで小型化されている。
本装置は重量は正味約**10kg**で、コンプレッサ
内蔵型としては**世界最軽量**である。

Table 1に従来の人工呼吸装置との比較を示している。
在宅用なので、給気機構内蔵のものと比較している。
開発した実験機は従来の在宅用のものに臨床・麻酔用
の機能を実現していることを示している。

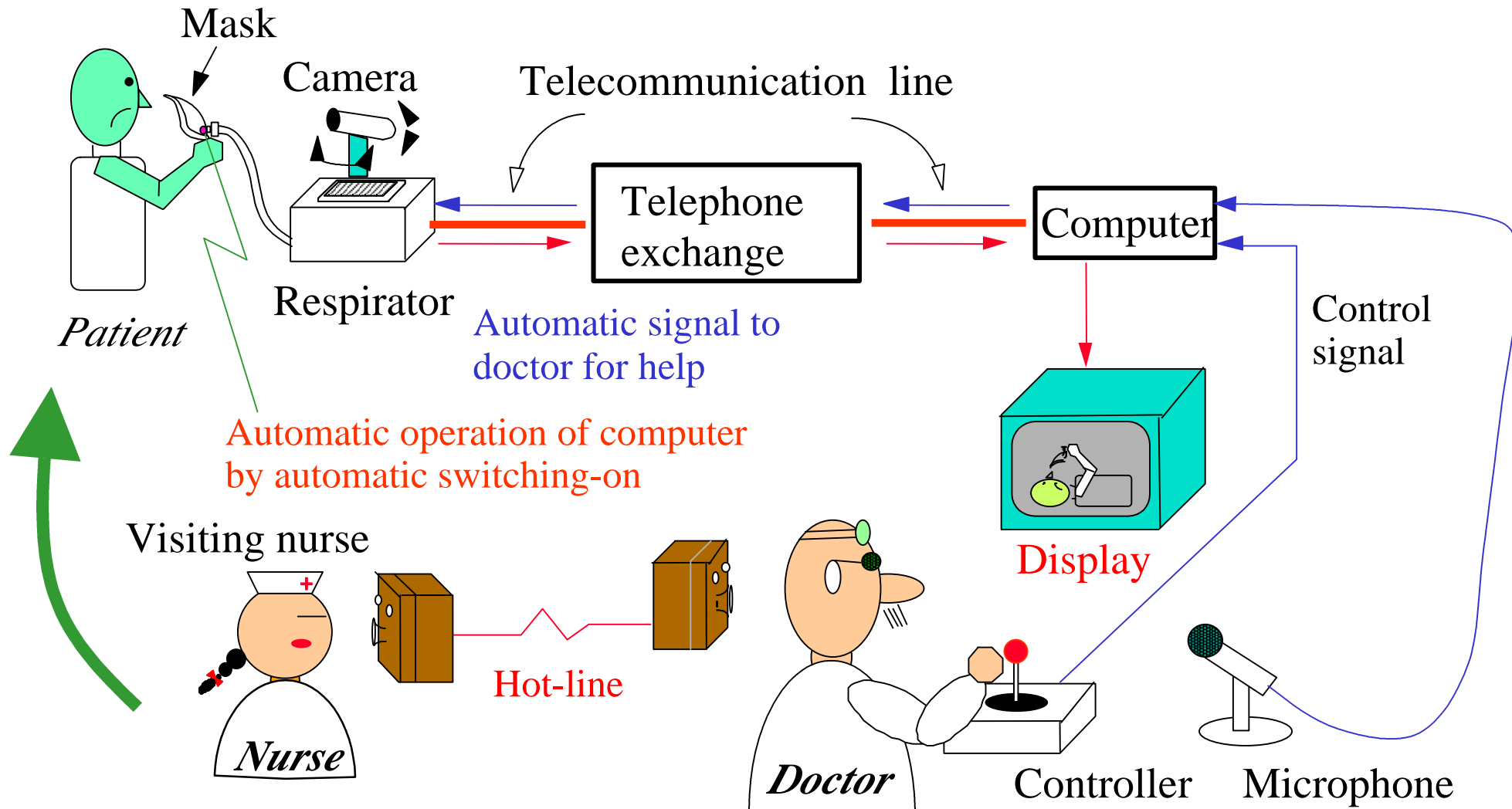
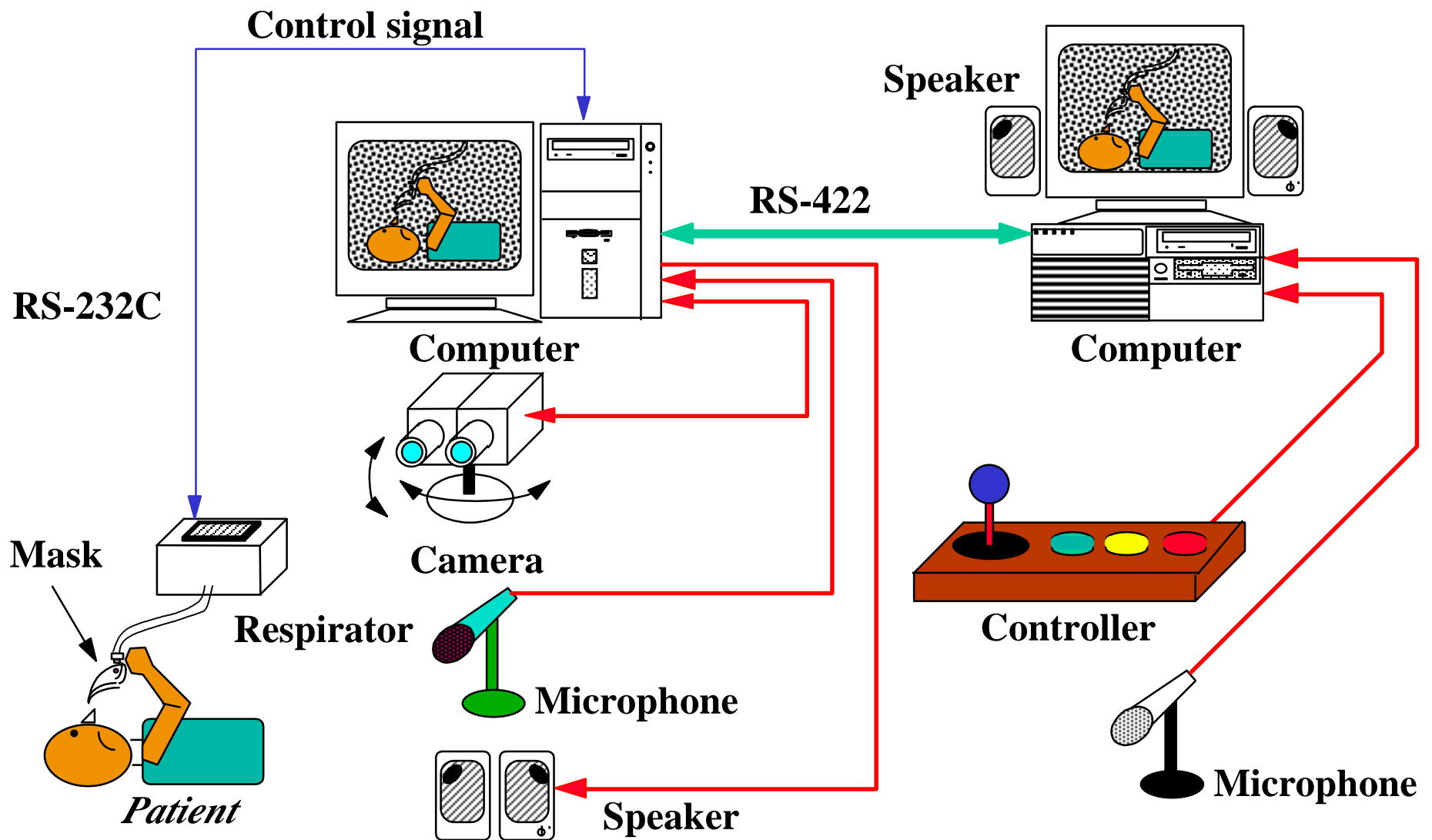


Fig.10 Telemedicine by Bilateral communication

Fig.10の説明

- 開発した人工呼吸装置を遠隔医療に応用する概念図である。患者が緊急時に自宅で呼吸装置を使用すると自動的に病院の医師に情報が伝達され、医療の応援を要請する
- 医師は送られてきた情報から患者状態を判定し、遠隔から通信回線を介して呼吸装置などを調節し患者の生命維持や病態の緩和に努める。同時に、訪問看護婦や救急車を手配する。



**Fig.11 Experimental system for Telemedicine
by Bilateral communication**

Fig.11の説明

- 在宅や列車内，もしくは飛行機などの医師不在の場において，確保できる回線の通信容量は，患者状態を判断するためのモニタリングデータの伝送に十分ではない。
- このような条件でのモニタリングデータの伝送のために，通信容量が限られた実験装置を構築し，伝送方式や画像のフォーマットなどについて検討中である。

まとめ

- ◆在宅用の補助呼吸装置を開発し，補助呼吸を含む呼吸管理が可能なことを確認した
- ◆開発した呼吸装置を応用した遠隔操作による在宅救急医療システムを提案した
- ◆遠隔医療システムに必要な設備の性能を検討するために実験装置を構築し，現在検討を重ねている

本間達，張曉林，若松秀俊

在宅用人工呼吸装置の開発

臨床生理学会，1998年10月，

日本臨床生理学会雑誌第28号臨時増刊号 (supplement)

pp. 115-116