

富士CO₂コントローラ

Fuji CO₂ Controller

中野昌芳* Masayoshi Nakano

I. まえがき

赤外線ガス分析計は、現在主にプロセス用として、種々なガスの濃度測定に用いられている。また、近年問題となっている工場排煙、あるいは自動車排ガス中のNO_x、SO_x、CO、HCなどの測定にも多数使用されており、測定器性能も、高精度、低濃度測定など高性能化が進んでいる。

しかし一方では、性能的にはあまり厳しいものは必要としないが、赤外線方式の特長である連続分析ができること、安定性、保守性が良いこと等を生かした比較的安価で使いやすい分析計が欲しいという要求が、これまでとは違った分野から起こってきている。

このような新しい需要にこたえるため、今回極めて安価で安定性が良く、使いやすい赤外線式濃度調節計を開発したので、以下にその内容を紹介します。

II. 赤外線式濃度調節計「富士CO₂コントローラ」

外観を第1図に示す。

1. 特長

本器の主な特長としては、

1) 画期的な低価格である

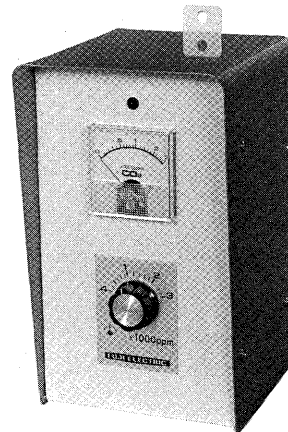
これまでの当社プロセス用赤外線ガス分析計に比べ、1/3以下という低価格である。これは、当社の技術的蓄積と当社独特のマイクロフローセンサを基に、汎用製品としての機能、価格、及び量産性を徹底的に追求した結果実現できたものである。赤外線方式としては、現在世界で最も安価な分析計であり、これにより量産汎用品として、これまで価格の面で採用が難しかった分野、あるいはこれまでとは違った新しい分野での使用を可能にした。

2) 調節計を内蔵している

本器は1台で分析機能と調節機能を併せもち、指示計に濃度を指示すると同時に、調節計から制御信号を発信する。したがって、制御したい機器を直接接続すれば良い。このため、計器の数及びそれに伴う設備やスペースを減少でき、システムのトータルコストを下げることができる。

3) 小形、軽量である

外形寸法 148×290×170(W×H×D)、重量約3.5kgと



第1図 富士CO₂コントローラ
Fig. 1. Fuji CO₂ Controller

極めてコンパクトにまとめられており、現在市販されている赤外線分析計の中では最も小形・軽量である。このため設置スペースを要さず、また、壁掛タイプとなっているので簡単に取付ができる。

4) 安定性が良く、保守、取扱いが簡単である

汎用品としては安定性の良いことが非常に重要である。本器は従来の赤外線に比べ、長期安定性を一段と向上させているので、保守の頻度が少なくてすむ。しかも通常の保守はゼロ点チェック(校正)だけで計器の性能維持ができる。フィールドテストの結果、施設園芸用では1シーズン(約6か月)メンテナンスフリーが可能であることが確認された。

通常、保守としてのゼロ点チェック以外の操作は、コントロール濃度の設定だけで良く、極めて簡単である。濃度設定は、前面パネルのつまみを回し、希望する濃度目盛に合わせれば良い。

5) 記録計用出力が取り出せる

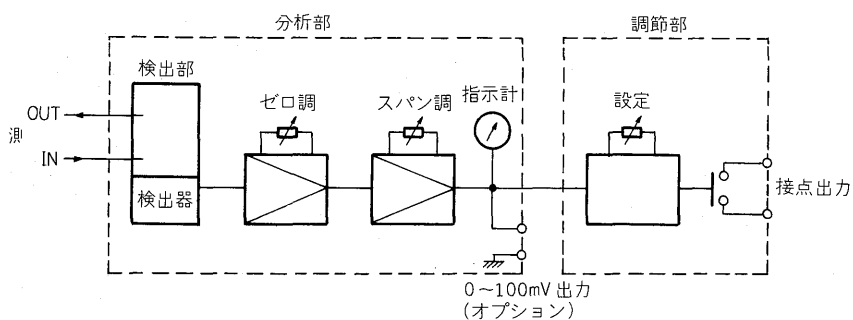
必要に応じて記録計用出力(0~100 mV)が取り出せるようになっているので、分析値が記録でき、各種の実験・研究にも利用できる。更に、この信号を他の制御回路に与えることにより、より複雑な制御をさせることも可能である。

2. 構成

本器は、赤外線分析部と調節部から構成される。ブロックダイアグラムを第2図に示す。

被測定ガスは検出部で、赤外線吸収を利用し、その濃度に応じた電気信号として検出器から取り出される。検出器内部の検出素子は、当社のプロセス用分析計や自動

* 東京工場 計測設計部



第2図 ブロックダイアグラム
Fig. 2. Block diagram

車排ガステスタで多くの実績をもつ高感度、高安定なマイクロフローセンサを使用し、検出器の構造も今回新たに開発された方式を採用することにより、分析計として長期安定性を有し、かつ干渉影響も少ないものとなっている。また、光源、セクタ、セルなどの部品は、極力部品点数を減らし、小形化することによってコストダウンに役立っている。検出器からの信号は、増幅器で増幅された後、指示計にガス濃度を指示する。また、必要に応じて記録計用出力が取り出せるようになっている。

調節部は分析部からの信号を受け、設定値と比較して被測定ガスの濃度が設定値よりも低いか高いかにより、ON-OFFの制御信号を発信する。調節部には不感帯(不感帯幅は内部設定可変)が設けてあるので、濃度変動の速度に応じて不感帯幅を調整し、制御信号のレスポンスを加減することができる。

3. 仕様

1) 測定方式

非分散赤外線方式

2) 測定ガス

CO₂

3) 測定範囲及び設定範囲

測定範囲	設定範囲
(1) 0 ~ 1,500 ppm	400 ~ 1,500 ppm
(2) 0 ~ 3,000 ppm	400 ~ 3,000 ppm
(3) 0 ~ 5 vol %	0 ~ 5 vol %

4) 指示及び設定精度

- (1) 1,000 ppm 点で ± 70 ppm
- (2) 1,000 ppm 点で ± 100 ppm
- (3) 3 vol % 点で ± 0.3 vol %

5) 調節計不感帯幅

内部設定可変、可変幅は測定範囲により異なる。

6) 応答 (90%)

約3分、ただしポンプによる吸引を行う場合は約10秒。

7) 出力

接点出力：設定値以下で接点 ON、接点容量 200 V

3 A (抵抗負荷)

アナログ出力(オプション)：DC 0 ~ 100 mV (出力インピーダンス 100 Ω)

8) 電源

AC 100 V, 200 V 共用 (+10%, -15%), 50 Hz
または 60 Hz 指定

9) 消費電力

約 15 VA

10) 周囲温度

5 ~ 40 °C

11) 周囲湿度

0 ~ 90 % RH

12) 保存温度

-5 ~ 50 °C

13) 測定開始時間

通電後約 30 分

14) 接ガス部材質

要部 SUS 304, その他耐食アルミ, CaF₂, Cu

15) 据付

壁掛

16) 外形寸法

148 × 290 × 170 (W × H × D)

17) 重量

約 3.5 kg

18) 塗装色

パネル面：マンセル 2.5 Y 9/3

カバー：マンセル 10 R 5.5/14.5

III. 特性

本器は汎用品として優れた性能を有しているが、その代表的な特性例を次に紹介する。

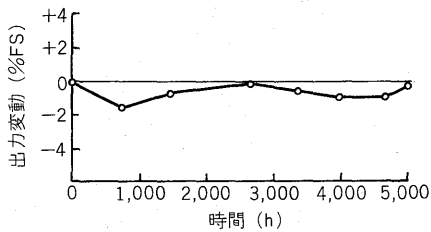
1) 長期安定性

汎用品では保守頻度をできるだけ少なくするために、長期安定性の良いことが特に望まれる。

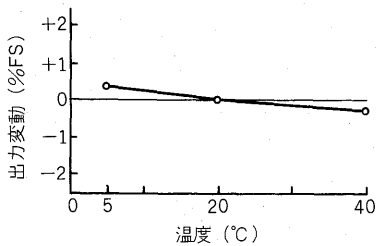
第3図に長期間のドリフトデータを示す。安定性の良いマイクロフローセンサと、今回新たに開発された検出器構造により、長期間にわたり極めて安定な特性が得られている。

2) 温度特性

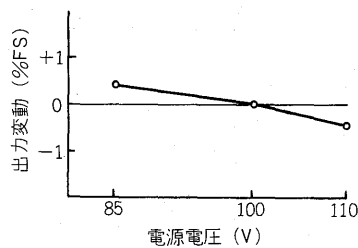
第4図に温度特性例を示す。周囲温度の変動に対しても十分安定であることわかる。



第3図 ゼロ点の長期間ドリフト
Fig. 3. Zero drift for long term



第4図 ゼロ点の温度特性
Fig. 4. Temperature influence on the zero point



第5図 電源電圧変動特性 (ゼロ点)
Fig. 5. Supply voltage influence on the zero point

3) 電源電圧変動特性

第5図に特性例を示す。

4) 干渉影響

水蒸気の干渉影響の例を第1表に示す。干渉の影響は非常に少なく、良好な特性となっている。

第1表 水蒸気の干渉影響 (ゼロ点)
Table 1. Influence on the zero point with H₂O vapour

干渉成分	測定器	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	ppm CO ₂ 相当
25°C 飽和 H ₂ O		4.2	5.1	6.3	4.9	

IV. 適用分野

本器はその特長により色々な適用分野が考えられるが、代表的なものを次に紹介する。

1. 施設園芸用

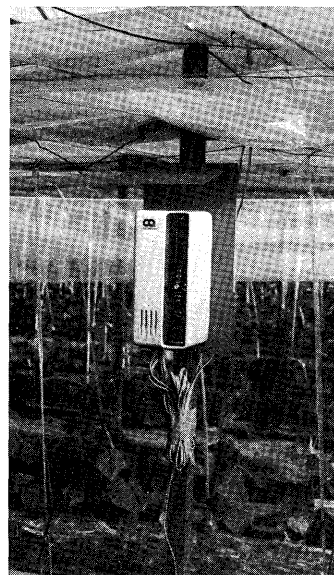
数年前から施設園芸におけるCO₂施肥が盛んになってきている。これは、CO₂発生機などを使用して、施設内のCO₂濃度を人為的に高め、光合成を盛んにして作物の育成効果を上げようとするものである。主にトマト、きゅうり、メロンなどの栽培で行われ、品質の向上や増収

などの効果が得られている。この効果を高めるためには、日射や温度などの環境条件、あるいは作物の種類、成育状態に応じて適切な濃度を与えることが大切である。せっかくCO₂施肥を行っても、濃度が低すぎる場合は効果が上がらず、また逆に高すぎる場合はむだであるばかりでなく、作物が濃度障害を起こすことさえある。したがって、濃度制御の必要性が生じてくるのであるが、現在、一般農家が購入できるような適当なCO₂測定器がないため、タイマによるON-OFFで発生機を制御するなどしている。しかし、実際の濃度を測定している訳ではないので、必ずしも最適濃度になっているとは言えない。

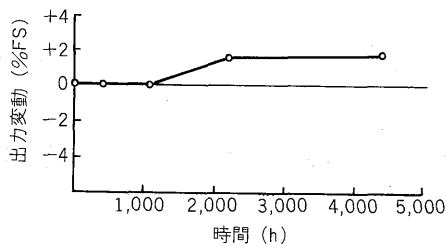
これに対し、本器をCO₂発生機に接続すれば、施設内のCO₂を検出し、その濃度が設定値よりも低い場合は発生機を始動し、設定値を超えると発生機を停止させて、濃度を希望する値に保つよう連続的にコントロールする。したがって、これまでの方法に比べはるかに正確な濃度コントロールが行える。更に、指示計によりCO₂濃度の監視ができるので、合理的な濃度管理が行える。また、個人農家がユーザとなるので価格の安いことが条件となるが、その点本器は十分購入可能な価格である。

本器のフィールドテストの様子を第6図に示す。テストは、

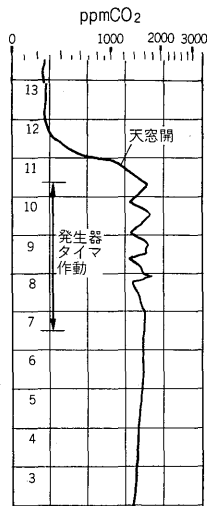
- (1) 性能、部品劣化の状態
- (2) 分析計としての長期安定性
- (3) 実際に発生機と組み合わせて動作させたときの状態の調査を目的に北関東2か所で約6か月間行った。設置場所は温度、湿度共高く、特に湿度は90%以上となることがしばしばであったが、部品劣化、故障等の問題は全く生じなかった。また、分析計のゼロ、スパンのドリフトは6か月間で±3%FS以内であった(第7図)。これにより1シーズンメンテナンスフリーが可能であるこ



第6図 試作品によるフィールドテスト
Fig. 6. Field test using proto-type model

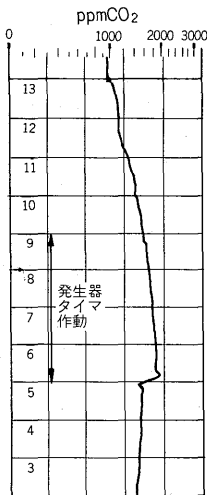


第 7 図 フィールドテストにおけるゼロドリフト
Fig. 7. Zero drift in field test



- ・CO₂制御をしている時間
(発生機タイマが作動している時間) 午前 6 時 30 分 ~ 10 時 20 分
- ・時期 2 月中旬
- ・天候 晴
- ・CO₂設定濃度 1,500 ppm
- ・制御幅 ±200 ppm

第 8 図 ビニルハウスでの CO₂制御 (1)
Fig. 8. CO₂ control in vinyl house (1)



- ・CO₂制御をしている時間
(発生機タイマが作動している時間) 午前 5 時 ~ 9 時
- ・時期 3 月下旬
- ・天候 雨
- ・CO₂設定濃度 1,700 ppm
- ・制御幅 ±200 ppm

第 9 図 ビニルハウスでの CO₂制御 (2)
Fig. 9. CO₂ control in vinyl house (2)

とが確認された。

CO₂発生機を実際に制御したときの施設内のCO₂濃度の様子を第8図及び第9図に示す。なお、CO₂制御をしているのは1日の内午前中の4時間だけで、あとは発生機は動作させていない。これは、この時間帯で光合成が最も活発に行われることによる。この例によると、作物の呼吸作用や土壌から発生するCO₂のため、朝方まで施設内のCO₂濃度が徐々に上昇している。晴天の場合(第8図)午前7時頃から光合性が活発になり、CO₂消費量が増加するので発生機を制御してCO₂を供給し、濃度を

設定値(1,500 ppm ± 200 ppm)に保っている。これに対し雨天の場合(第9図)は、CO₂消費量が非常に少なく濃度がなかなか低下しない。このため発生機は停止状態に制御され、CO₂の供給が行われていないことが分かる。

2. CA(Controlled Atmosphere)貯蔵用

CA貯蔵は、果実等を長期間保存するときに用いられる方法で、雰囲気中のCO₂とO₂濃度をそれぞれ一定値に保つことにより、鮮度良く保存しようとするものである。代表的な例としてはりんご貯蔵があり、この場合CO₂ 3%、O₂ 3%程度に保たれる。規模も大きなものから小さなものまでであるが、小規模な貯蔵庫には低価格で連続的に制御できる本器の使用が適している。

3. 空調用

ビル、デパート、劇場などの室内のCO₂濃度は、ビル管理法や建築基準法により許容値が決められている。このようなビルの換気は一般には収容人員からCO₂量を予測し、計算により必要な外気取入量を求めて絶えず一定量の外気を取り入れるようにしている。このため、実際には人員が少ないのに必要以上の換気が行われたり、また、会議などで一時的にCO₂濃度が高まり換気の必要があるにもかかわらず換気されないなどの不合理が生じてくる。

本器を用いて室内のCO₂濃度を測定し、制御信号によりダンパを動かせば外気取入量を加減でき、きめ細かい制御ができる。外気取入量を変えることは、省エネルギーの面からみても重要である。外気取入れによる熱損失は、空調全負荷の30%前後にもなるといわれ、これを減らすことは省エネルギー対策が国家的目標となっている現在、非常に有意義である。

CO₂濃度により外気取入量を制御している例としては、新宿の安田ビルがあるが、不要な熱損失を防ぐことによるエネルギー費用の節約は、他のエネルギー節約対策を含めると年間1億円近いといわれている。

V. あとがき

赤外線方式を用いた測定器として、本器は極めてユニークな存在であり、ここに述べた以外にもまだまだ多くの適用可能分野があると思われる。今回の開発をベースにして新規需要の開拓を図るとともに、測定器自身についても、測定ガスの種類や測定範囲を明確にし、可能性の拡大を図ってゆく所存である。

参考文献

- (1) 高倉ほか：施設園芸における環境制御技術(ソフトサイエンス社)
- (2) 空調設備基準委員会：空調設備省エネルギー技術指針案, 空調衛生工学 51, No. 5



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。