

セサミ電機

鹿威し 開発企画

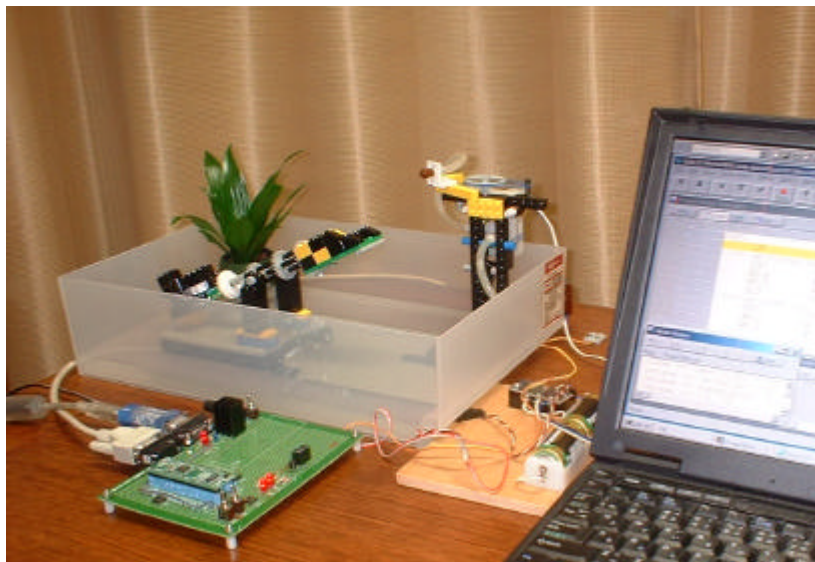
FirstRelease June23 2003

r2 Aug2 2003/08/02

r3 Aug19 2003/08/19

r4 Sep09 2003/09/09

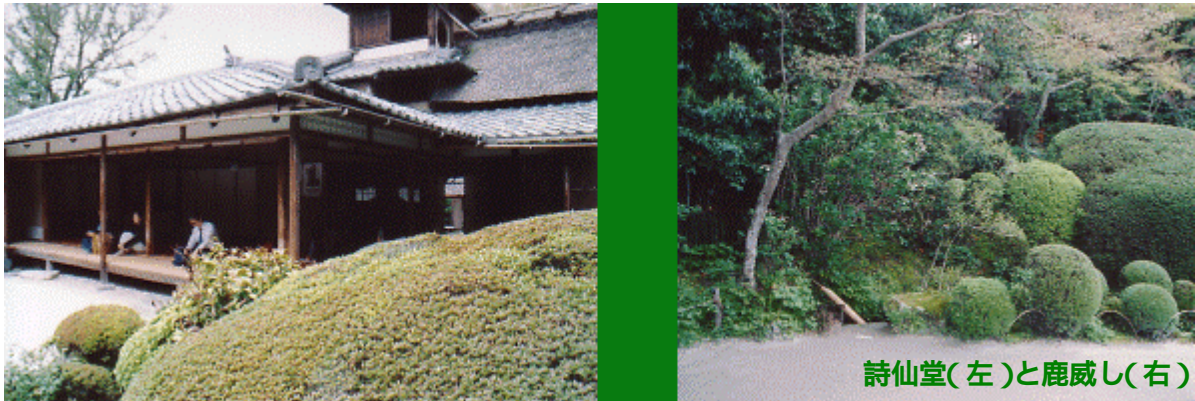
r4.1 Sep20 2003/09/20



東陽テクニカ 二上貴夫

## 序章 鹿威し(ししおどし)とビジネスモデル

日本庭園は水、岩、緑で構成されているとよく言われる。しかし風と音も実は重要である。この音を構成の主役として取り入れるための要素が鹿威しである。竹筒が水を流した反動で岩を叩く音は、一瞬響きわたり竹林に消えて行く。この鹿を脅かすバースト音響のイテレーションが日本の開放型の家屋と庭園を一つにする。京都は比叡山のふもとにある詩仙堂の鹿威しは有名であり、外国人を含め、多くの人々が究極の日本庭園をそこで感得するという。



詩仙堂(左)と鹿威し(右)

こうしてみると、鹿威しは水と岩から音を生み出す極めて重要な庭園要素といえる。

しかし、残念なことに茶道の専門家ですら鹿威しを自宅の庭へは持ち込まない。住宅街の中へ持ち込んだらうるさくてかなわないと大方の専門家は言うのだ。確かに詩仙堂級の全長1mもある竹筒が四六時中石を打ち鳴らしたら近所迷惑このうえない。また、天然水流のない住宅街での長時間運転は資源の無駄遣いと批判されよう。

しかし、これらの問題は、鹿威しを適度に制御することで解決可能と考える。そうなれば、日本人の情緒に訴えかける庭具として多数の庭園愛好者の支持を得られるに違いない。すなわち、鹿威しの適切な組み込み装置化が新しい庭具ビジネスを生むということになる。

2003年2月から5月に実施した市場調査によると、室内観葉植物の需要は伸びつづけている。これに呼応して庭園のミニチュア・アクセサリ市場も成長が著しい。こうした商品は、主にマンションの室内で利用されている。また、家族世帯では、単品の鉢植え植物では飽き足らない主婦やサラリーマンがバルコニーやベランダにミニ庭園を造るケースも増えてきた。この傾向を見ると何種類かの庭具とその統合システムが大きな潜在需要を持つ可能性は高いといえる。

わがセサミ電機では、当面の開発ターゲットとして小型の循環水流型ししおどしを開発することに決定した。詳細の要求や仕様は、開発の過程で決めることになる。なお、鹿威しは一般名のためわが社の開発コードネームとして SozeX と呼ぶ。鹿威しの別名が僧都あるいは添水であることから SozeX と名づけられた。

諸君には、この開発を是非とも成功させて欲しい。

## ビジネスと関係者

前述のように、SozeX の購買者は、主婦やサラリーマンである。しかし、こうした直接の購買層を装置や庭園環境のユーザと想定して製品仕様の策定を行うわけには行かない。なぜなら、彼らのライフスタイルに欠ける環境や情緒を提供するのが本プロジェクトの目的なのだから、最終的な顧客満足を提供するには、この情緒を持った人物を利用者と想定して仕様策定を行う必要がある。

このため、本書での SozeX ユーザは、庭園のオーナーである茶室の亭主を想定する。そして亭主が主催する架空の茶会を想定するところからどのような装置制御仕様が必要かを明確にする。(この手法は、みなし仕様法と呼ばれて、ネット家電やロボタクシーなど今後の CS 指向組み込みシステム開発に有効な手法である。詳しくは、セサミ電機技術資料 03X - FTN を参照のこと)

みなし仕様に登場するビジネスアクタとしては、

1. 亭主 システムの導入を決定し、運用の主体となる。メリットを享受する。
2. 招待客 茶会に招かれた際に、システムのメリットを享受する。
3. 施工業者 セサミ電機からの要請で施工、運用支援、保守を行う。
4. SozeX 開発チーム セサミ電機に属し、主にソフトウェア開発を行う。
5. セサミ電機 SozeX を開発、販売する主体でハードウェア開発はこれに含む。

がいる。この前提で開発から実際の使用までの流れを以下に描いてみよう。

### 開発から利用までの流れ

当然のことながら、セサミ電機の開発チームは SozeX を開発、商品化する。(本仕様では開発後の量産と販売に関するビジネスについては言及しない。) その広告を見た亭主は、茶会や自身の満足のために鹿威しを購入する。亭主から注文を受けた施工業者は、セサミ電機から SozeX を仕入れて亭主宅の庭園に設置する。施工が済むと亭主は披露目の茶会を催す。ここでは数名の客が招待される。亭主がリモコンで SozeX を運転モードにすると、水が流れて鹿威しの動作が始まる。細かな動作や起動の方法は、製品機種によって異なるが基本は同じである。茶会の数時間、茶釜がたてる松林の音に加えて SozeX は静かな響きを一服の茶に添える。

茶会が終わり、招待客が帰ると亭主は茶会の余韻を楽しんだ後にリモコンを操作、SozeX の運転を停止する。

SozeX の開発と製造は、いくつかの段階的な製品仕様を想定して行う。もちろん、製造工程、顧客要望の変化などさまざまな想定外要因によって次章で述べる製品仕様は、変更を余儀なくされることもある。開発チーム諸君にはこうした困難を何とか乗り切って日本のアメニティ向上に寄与して欲しい。

### 本書の構成

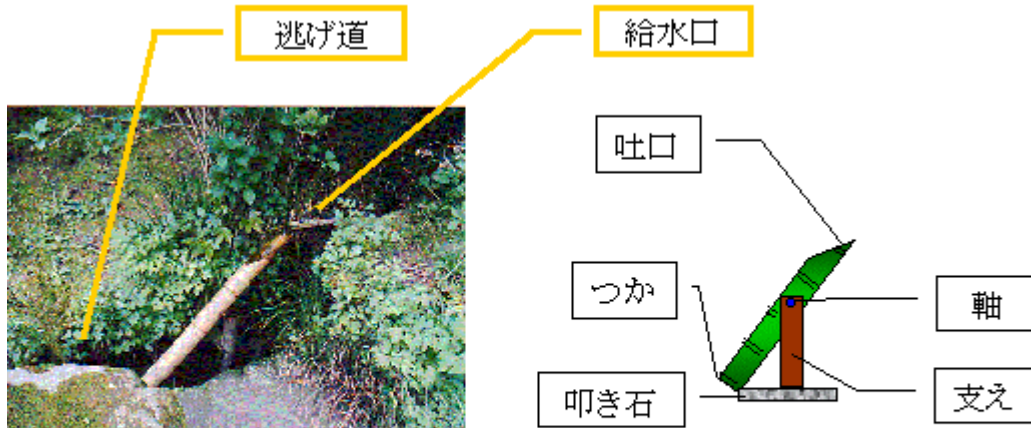
本書では、1 章に、動作の原理や使用される技術用語と鹿威しの基本とメカニズムを示した。(システム・エンジニアはメカニズムを理解する必要あり。ソフトウェアエンジニアは、用語を理解する必要ある) 続いて 2 章には、石川丈山の原型機から現代の個人庭園管理システムにいたるまでの要求拡大と仕様を示している。これが今後の製品リリース計画の基本構想と受け取って欲しい。

## 1章 鹿威しの基本とメカニズム

本章では、詩仙堂の原型機を例に基本とメカニズムを説明する。

### 基本とメカニズム

伝統的な鹿威しは、支え、軸、竹筒（吐口、つか、軸通し）、叩き石、給水口、逃げ道 からなる（下図を参照のこと）。給水口からは、竹筒に向けて水が流れ落ちる。



## 鹿威しの機構名称

(写真は、京都詩仙堂の原型機)

竹筒は、給水口からの落水を受け止める側が斜めにカットされている。ここに水がたまり、受け側の重量バランスが不安定になったタイミング（竹筒の静止限界トルクよりも水重量による回転トルクが上回った時点）で竹筒の回転が始まる。回転の最初では、水は筒内を流れるものの、吐口から水がでるのは、ある程度の角度に回った後である。このため正帰還がかかって、竹筒の回転速度が上がり一気に水を吐出する。その吐出した後は竹筒が反転し、勢いよく叩き石を打つ。このときの叩く瞬間をコーンと呼ぶ。伝統的な鹿威しでは、水流は連続的なので、貯水、排水、反転、コーンの動作は、繰り返し行われる。よってコーン音（コーンによって生じるパルス音）は周期性を持つ。そのパルス周期をコーン周期という。

給水口から流れ出る水の流量は、およそ  $0.5 \frac{\text{リットル}}{\text{分}}$  から  $1.5 \frac{\text{リットル}}{\text{分}}$  まで変化する。この変化は詩仙堂の水源である比叡山からの水流によって決まるもので人間が制御できない。流量とコーン周期は比例しないが、非線形な特性曲線に対応が付く。コーン周期は、 $0.5 \frac{\text{リットル}}{\text{分}}$  の時に 75 秒だ。

吐出された水は、逃げ道を通って下の池に流し込まれる。詩仙堂の逃げ道は、深さが 50cm あって、台風以外の天候ならば溢れることはない。

支えと軸は、檜製である。叩き石は、砂岩を円形に加工してある。竹筒のつかが当たる部分は、斜めに削りこんであって、良い音がでる構造になっている。竹筒は、直径 10cm 程度で吐口側の節はくり抜いて水がたまるようになっている。

SozeX は、この鹿威しの水流やコーン周期を操作、制御するための組込制御装置である。

## 2章 世代別の要求変化と製品仕様

本章では、SozeX の製品ラインに対応した仕様の概要を示す。製品の市場投入は、零号機から始めて市場の応答を見ながら次のステージを開発、量産する予定だ。制御の仕様は、市場ニーズが予想と反した場合に大きく変わることがあるので、これを普遍的なものとは想定できない。

### SozeX 零号機 S000 型 準ハードウェア品

この段階は、鹿威しの需要の判定と運用上の問題調査を行うためのパイロット商品である。

エレクトロニクスは商品には全く利用しないが試作は並行して行う。それは後述のように、水流の制御に関わる一部の機能のマーケット調査用に用いるためである。ハードウェアとして貯水タンクに常に水を確保する仕組みと水流を適当に調整できるバルブ、導水路、添水、排水系を用意する。施工は、その道 10 年の職人が勘と経験で施主の庭で竹材料を加工する。弊社は、施工マニュアルと厳選した竹材料、支えなどハードウェアをキットとして施工店に供給する。

施工された零号機の利用は、まったく原始的である。亭主は、来客があると庭に出て、バルブを開いて添水を作動させるし、停止もバルブを締めるだけである。

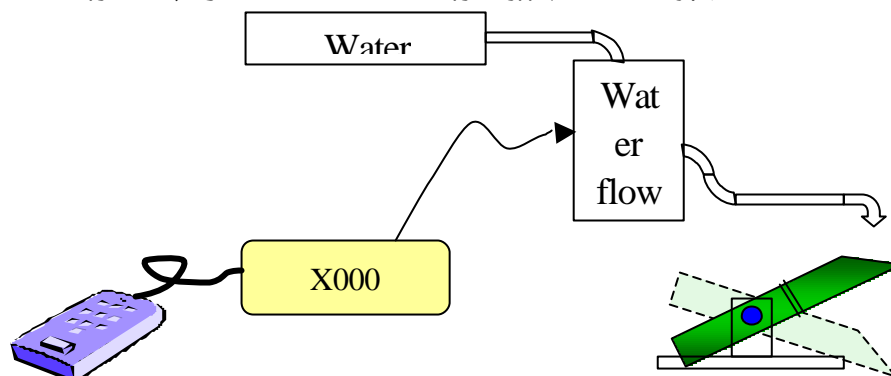
#### \* 試作エレクトロニクスについて

001 型以降の本格的なエレクトロニクス化の前段として本機種に以下の機能を試作として追加する。(開発チームは、この試作品の仮施工を行う実験場を確保、整備してしておくこと。)

具体的には、シリアルポートからの命令を受信すると水を流すだけの単純な機能を上記の完全手動系に並列に設置し、屋内からの利用実感を調査する。シリアルポートへの指令送信は、パソコンの端末エミュレータをリモコンに見立てて使うことでリモコンの雰囲気が出ればよい。

ここで想定する手順は、

1. 亭主は庭掃除を終え、貯水槽に十分な水があることを確認しておく
2. 亭主は来客を迎え入れる
3. 来客が席に入ると亭主はリモコンの運転指令ボタンを押して水を流す
4. やがて手前が始まり客は、茶会を楽しむ
5. システムの停止は、亭主がリモコンから停止指令ボタンを押す



## SozeX 初号機 S001 型 基本量産品

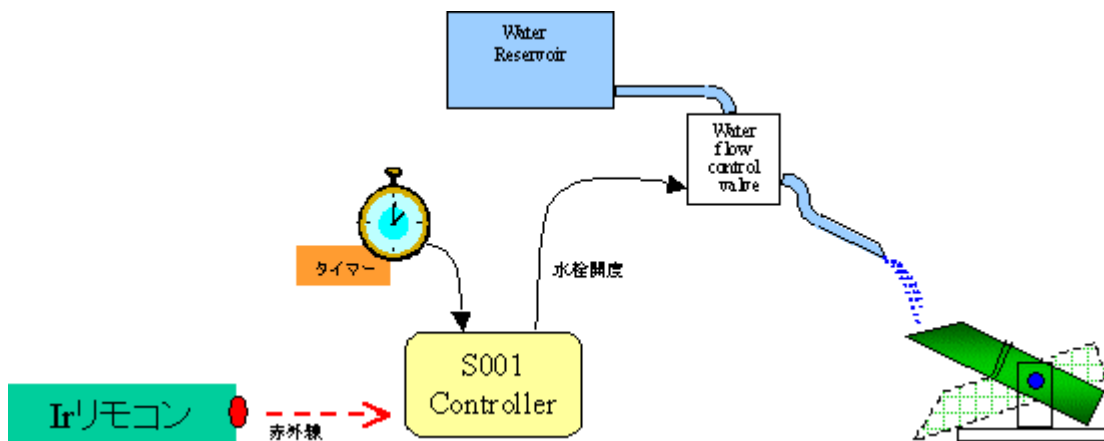
S000 型によって消費者による運用問題の理解ができたところで開発する量産初号機である。カスタムハードを開発するよりは、ソフトで実現するほうが低コストのために小型 MPU を利用する。宅内から赤外線リモコンを使って SozeX を作動させる。すると庭で水が流れはじめ、さわやかなコーン音響が楽しめる。わざわざ庭に出て蛇口をひねらなくとも茶室から鹿威しを起動できるので、年寄りには受けると予想する。水流止め忘れを予防するために作動開始から 180 分経つと自動停止する。初号機では、循環水流の運転損失は考慮しない。みなし仕様どおりのユーザを狙う。

リモコン指令： 作動、停止 の 2 種類 とする。

詳細動作：

電源投入後、リモコン指令の“作動”を待つ。作動指令が到着したら水流バルブを開く。停止指令が到着したら水流バルブを閉じる。1 回の作動指令を受けてから運転時間が連続 180 分になったならば、運転を停止する（水流バルブを閉じる）。

貯水タンクへの水供給は、SozeX 施工業者が独自に施主と協議して実施する。



## SozeX 二号機 S002 型 エコ対応品

S001 型では、水はね問題に対処していなかった。しかし、ユーザから水資源の再利用率を高めてほしいという要望がでる可能性は高い。茶花の愛好家で資源問題を他人事としない層がかなりあるはずだ。これは、SozeX の利用場所をマンションへ拡大する場合に最重要である。竹筒が復帰する時の水はねを抑止していない現行機種では一回の動作における水損失が 1%を越えていると解っている。

この解決には若干のコストをかけても取り組みたい。試作機として、次の装備を用意した

### 1. ロータリエンコーダ

支えと竹筒の相対角度を読み出せるようにロータリエンコーダを装着した  
読み出しは、6 ビットのエンコーダパターンを任意の時点で読み出せる

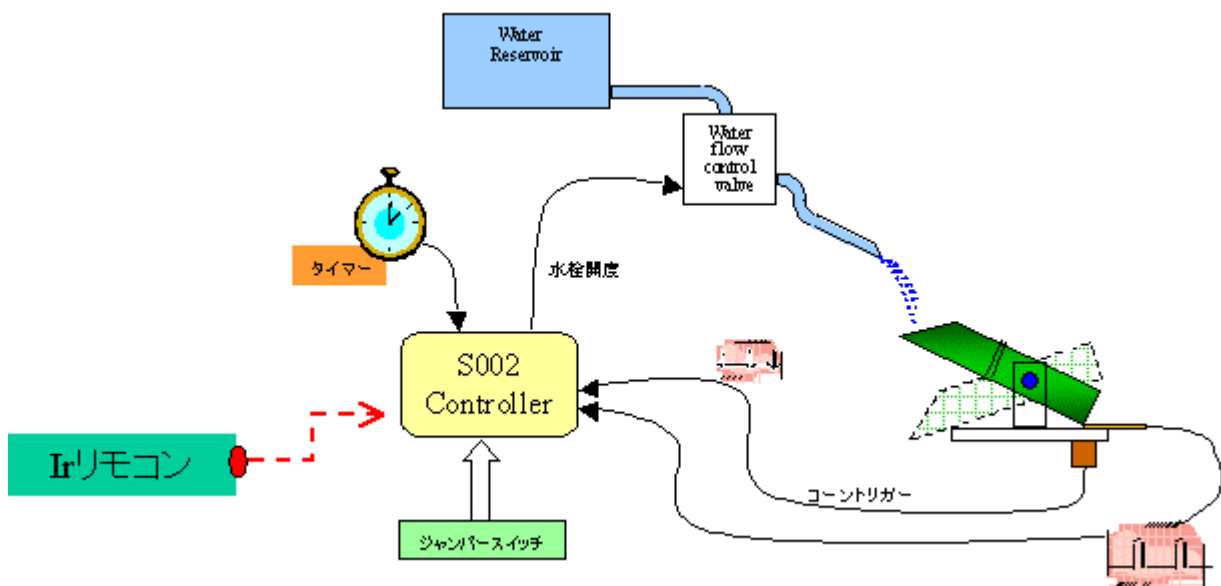
### 2. ピエゾセンサー

叩き岩に 5~20KHz の振動検出センサーを埋め込んだ。コーンパルスのリアルタイム信号は中心周波数が 1KHz 付近なのでほぼ完璧な振動信号を観測できる

### 3. 接点スイッチ

竹筒の離床検出ができる接点スイッチを取り付けた。竹筒と叩き岩の空隙が 0.1mm を越えると接点 Off となる。それ以外は On である。竹筒自体のバウンスも拾うので注意が必要。

これらは、電子装備部隊が装着した。どれを量産に採用するかは試作を経た後に決定したい。もちろん、開発チームでのソフトウェアの組み直しは最小限に押えて欲しい。ただし、そのような方式であっても竹筒への給水中に停止指令を受信した場合には、竹筒内の水を排水後に停止すること。なお、X002 の動作は複雑なので、動作状態を亭主にある程度はわかるようにすること。



### SozeX 三号機 S003 型 夜話ライトアップ対応品

顧客の中には、夜話の茶事のために SozeX と流水の振る舞いをライトアップできるような仕組みを希望する人がいると社員対象の市場調査でわかっている。利休の時代には想像もできない、現代の夜話である。このために、ライトアップサービスを製品オプションとして追加する。ただし、ライトアップは、添水の制御仕様に影響を与えてはいけない。

光源は、最大 3 灯まで接続可能にしておく。ただし、下記の光量変化は全灯が同じ振る舞いをすれば良いものとする。

三号機が開発、展開できると SozeX プロジェクトは十分な利益率を確保できる組み込みビジネスになる予定である。ただし、照明と光量制御については要求の変化が特に激しくなると予想されるテーマなので、開発の方法や変更対応についても十分な配慮を行うこと。

### 照度制御の仕様（暫定版）

亭主が添水を稼働させた後は、50%照度で照明する。もし、庭園の入り口に設置した人検知センサーが反応したならば、正確に 3 秒後から 100mSec 単位で照度を上げて 5 秒後に最大照度、この照度を 30 秒維持した後は 100mSec 単位で照度を下げる。照度の低下は、最大照度の 50%まで 12 秒間で落とすこと。

照度が 50%に落ちた後、約 5 分で水流ポンプを停止する。茶事が始まってからの、静謐な時間では、明らかにコーン音響は邪魔である。茶釜の煮えと炭の弾ける音、茶筌の捌きなどへ参会者の関心は移ることになる。この期間中は、次の人検知まで 50%照度を維持する。

照度の変更パターンは、後日提示される。基本的には、成長曲線と同じカーブになると思われる。

### 3章 SozeX 世代別 詳細仕様

以下の記述は、企画段階での技術仕様を書きとどめたメモである。実際の製品に適用する仕様については、製品仕様書を参照すること。

初号機 S001 型

- 主要制御

1. リモコン指令受信
2. 流量の On/Off 制御
3. 経過時間を観測

- IO要素

制御出力対象：

水流バルブ： [ Open | Close ]

タイマ： 16bit タイマ 基準クロックは 1mSec、オーバフロー割り込み

制御入力対象：

リモコン指令： [ 作動 | 停止 ]

二号機 S002 型

- 主要制御

1. S001 型を継承
2. コントリガの検出によって竹筒の離脱を検出 [ 離床 | 着床 ]

- IO要素

コントリガ： パルス性または接点状態

ピエゾセンサー 排水した添水が岩を叩く瞬間のパルス入力。

パルス立ち上がりが叩きを示す。

光接点スイッチ 接点が On から Off になる瞬間が竹筒の離床を示す

ロータリエンコーダ 6bit の角度エンコーディング値

三号機 S003 型

- 主要制御

1. S002 型を継承
2. 複数のライトの光量制御

- IO要素

光量制御 0 から 100%の数値をライトコントローラへ送信する

## 付録 用語解説

バースト = 爆発、破裂。バースト音とは弾けるような「カコーン」という音

イテレーション = 反復、繰り返し

C S 指向 = カスタマーサービス指向

アメニティ = 心地よさ、快適さ。

石山丈山 = 家康の元家臣。丈山は儒者、漢詩人そして作庭家として知られている。

詩仙堂 = 石山丈山（家康の元家臣）が1641年造営、31年間隠棲した山荘。

狩野探幽筆の「中国36詩仙像」を掲げる詩仙の間があることから

詩仙堂と呼ばれるようになった。拝観有料。

ここの唐様庭園は、石山丈山の代表的名園として有名。

静止限界トルク = 止まっていようとする力

回転トルク = 回転しよう、させようとする力

ロータリーエンコーダー = 回転をコード化するもの

ピエゾセンサー = 圧電式センサー。圧電素子の性質

（力を加えると、それに比例した電荷を発生する）を

利用したセンサー。今回は振動検出に用いる。